



Ультрафиолетовое излучение для обработки сточных вод



Валерий ПАШИНИН
Valery A. PASHININ

Александр ПАВЛОВ
Alexander V. PAVLOV



Мария КОВАЛЕНКО
Maria A. KOVALENKO

Пашинин Валерий Алексеевич — доктор технических наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Павлов Александр Викторович — кандидат химических наук, главный специалист ЗАО «Экологический промышленно-финансовый концерн «Мойдодыр».

Коваленко Мария Александровна — лаборант кафедры «Химия и инженерная экология» МИИТ.

Применение УФ-метода в системах обеззараживания питьевой воды и очистки сточных вод оптимально решает возникающие проблемы и позволяет полностью отказаться от хлорирования.

Ультрафиолетовое излучение является эффективным средством обеззараживания, а величина поглощения света в УФ-спектре может выполнять роль косвенного объективного показателя суммарного остаточного содержания органических загрязнителей в сбрасываемых и очищаемых сточных водах на объектах железных дорог. Предлагаемый метод обеспечивает непрерывный контроль качества идущего процесса в режиме реального времени, дает возможность использовать очищенные сточные воды вторично в производственных циклах разного уровня и назначения.

Ключевые слова: экология окружающей среды, железная дорога, биосфера, гидросфера, методы обеззараживания воды, контроль качества, очистка сточных вод, спектр излучения света, ультрафиолетовое излучение, УФ-обеззараживание воды.

Железнодорожный транспорт, составляющий основу транспортного комплекса России, всегда претендовал на то, чтобы быть самым экономичным видом по потреблению природных ресурсов на единицу перевозимых грузов и наиболее благополучным в отношении выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Тем не менее вопрос качества очищенных сточных вод на объектах ОАО «РЖД» остается весьма актуальным. Природоохранная деятельность в отрасли рассматривается по-прежнему в числе серьезнейших инженерных задач.

ПРОЗРАЧНОСТИ ПОКА МАЛО

Вода на железнодорожном транспорте является неотъемлемой частью большинства производственных процессов. Она используется при обмывке и промывке подвижного состава, его узлов и деталей, охлаждении компрессоров и другого оборудования, для получения пара, заправки вагонов, в реостатных испытаниях тепловозов и т. д. Несмотря на почти полную ликвидацию паровой тяги водопотребление на железнодорожном транспорте из года в год увеличивается. Это вызвано ростом протяженности железнодорожной сети, развитием пропускной и провозной

способности отечественных дорог. Немалая доля потребляемой воды расходуется безвозвратно (заправка пассажирских вагонов, получение пара, приготовление льда), однако объем оборотного и повторного использования воды на предприятиях железнодорожного транспорта составляет около 30%. Остальная же ее часть, как правило, сбрасывается в поверхностные водные объекты.

В отчете ОАО «РЖД» за 2010 год представлены, к примеру, следующие данные:

- В течение года на объектах железных дорог использовано в общей сложности 116,2 млн м³ воды. Потребление ее на хозяйственно-питьевые нужды составило 59,52 млн м³. На производственные нужды расход оказался несколько меньше — 53,02 млн м³. Железные дороги потребили 100,5 млн м³ воды, дирекции — 15,7 млн м³.

- Предприятиями железных дорог использовано 100477,17 тыс. м³ воды, из них на производственные нужды — 44882,72 тыс. м³, хозяйственно-питьевые — 51917,29 тыс. м³, прочие — 3677,16 тыс. м³.

- В целом по ОАО «РЖД» в поверхностные водные объекты сброшено 18,38 млн м³ сточных вод, в том числе 12,90 млн м³ — недостаточно очищенных.

- Сбрасывались в водные объекты вредные вещества 28 наименований.

- Железными дорогами в 2010 году в поверхностные водные объекты переправлено 17,0 млн м³ сточных вод, включая 11,77 млн м³ — недостаточно очищенных.

- Сброс сточных вод дирекциями в поверхностные водные объекты составил 1,38 млн м³, в том числе 1135,0 тыс. м³ — недостаточно очищенных.

- На железных дорогах наибольший сброс загрязненных сточных вод в экологоуязвимые зоны приходится на хозяйства гражданских сооружений и тепловодоснабжения, локомотивное и путевое (96,8% от всего сброса).

- В совокупности филиалами ОАО «РЖД» на рельеф местности сброшено 3176,86 тыс. м³ сточных вод, среди них 2405,344 тыс. м³ — недостаточно очищенных [1].

Наибольший ущерб компонентам биосферы наносят такие объекты железнодорожного транспорта, потребляющие воду: промыочно-пропарочные пункты для наливного подвижного состава, пункты дезинфекции вагонов, шпалопропиточные и щебеночные заводы, локомотивные и вагонные депо,

а также подвижной состав, перевозящий нефтепродукты и взрывчатые вещества. Самыми распространенными загрязнителями, поступающими в окружающую среду и негативно влияющими на различные организмы, специалисты признают нефтепродукты, бензин, дизельное топливо, фенолы, растворенные кислоты.

Такие вещества, как оксид углерода и оксид азота, углеводороды и фенолы, выделяются на многих этапах производства, эксплуатации и ремонта на предприятиях транспорта, поэтому их можно отнести к приоритетным показателям степени загрязнения биосферы транспортными средствами независимо от их категории и степени наносимого вреда.

По данным ОАО «РЖД» в области очистки сточных вод от загрязнений существует ряд первоочередных проблем. В частности — физический и моральный износ действующих очистных сооружений, нехватка очистных мощностей.

Но самой острой проблемой на сегодняшний день следует считать продолжающиеся сбросы сточных вод без должной очистки в поверхностные водные объекты и на рельеф местности.

До необходимых и официально принятых нормативов не очищается 64% от объема сбрасываемых сточных вод в поверхностные водные объекты, 84% от объема сброса на рельеф местности и 10% от сброса в городские канализационные коллекторы.

ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВ

В целях снижения вредного влияния стоков на природные объекты каждое предприятие железнодорожного транспорта обязано проводить природоохранные мероприятия, не скупиться на установку очистных сооружений.

Потребность в усовершенствованных средствах оценки качества водной среды диктуется необходимостью мониторинга и прогнозирования состояния гидросферы, обеспечения защиты и жизнедеятельности населения, и безопасности транспортных объектов, а также снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф.

В связи с этим огромное значение приобретают вопросы, которые касаются экологических инженерных решений, модификаций, методов и средств очистки сточных вод



в зоне интересов железнодорожного транспорта.

Обеззараживание воды — метод уничтожения микроорганизмов и очистки её от различных загрязнений. В процессе микрофильтрации подавляющая часть бактерий и вирусов удаляется из воды (до 98%). Оставшиеся микроорганизмы после микрофильтрации, как правило, содержат опасные для человека патогенные организмы, для уничтожения которых требуется дополнительное обеззараживание воды. Это нужно, чтобы прежде всего очистить поверхностные воды (включая сточные) и подземные источники водоснабжения, когда вода по микробиологическим качествам не соответствует нормативам. Сооружения с подобными функциями нужны на любой станции водоподготовки для хозяйственно-питьевых целей.

При обеззараживании воды используются два классических метода очистки — обработка воды окислителями и воздействие ультрафиолетовыми лучами (рис. 1). Кроме того, результат может достигаться очисткой воды с помощью мембранных систем, но данный метод обеззараживания используется только там, где существуют значимые проблемы с водой по химико-физическим показателям качества или же где еще существенна причина экономической целесообразности.

Ультрафильтрация — метод, по рейтингу фильтрации воды занимающий промежуточное положение между нанофильтрацией и микрофильтрацией. Ультрафильтрационные мембраны имеют размер пор от 20 до 1000 А (или 0,002—0,1 мкм) и позволяют задерживать тонкодисперсные и коллоидные примеси, макромолекулы (нижний предел молекулярной массы составляет несколько тысяч единиц), водоросли, одноклеточные микроорганизмы, цисты, бактерии, вирусы и т. д.

Для обеззараживания поверхностных вод (в том числе сточных) применяют окислители: хлор, хлорсодержащие реагенты и озон. Обеззараживание воды из подземных источников организуют бактерицидными установками и ультрафиолетовыми стерилизаторами.

Для обеззараживания не значимого с точки зрения безопасности регионов (территорий) количества воды применяются обычно перманганат калия и перекись водорода. Бактериологическая очистка питьевой воды в бытовых условиях обеспечивается ее кипячением в течение не менее 10—15 мин. Ско-

рость обеззараживания при этом тем выше, чем выше температура кипения и чем сама вода чище (поскольку взвешенные вещества препятствуют контакту обеззараживающих реагентов с микроорганизмами).

Процедуры обеззараживания воды проводят УФ-стерилизаторами, бактерицидными установками, УФ-лампами. Ультрафиолетовые лучи длиной волн 220—280 нм действуют на бактерии разрушительно, причем максимум бактерицидного действия соответствует длине волн 260 нм. Источником ультрафиолетовых лучей является ртутно-аргонная или ртутно-кварцевая лампы, которые устанавливаются, как правило, в кварцевом чехле металлического корпуса.

В момент движения воды между корпусом и чехлом при воздействии ультрафиолетовых лучей происходит обеззараживание микробов. Наличие в процессе взвешенных веществ, которые поглощают световое излучение, снижает эффективность обеззараживания. Бактерицидная установка не нуждается в реагентах, она компактна, управление ее работой автоматизируется, излучение ультрафиолетовых ламп не придает воде ни привкуса, ни запаха.

Метод ультрафиолетового обеззараживания имеет следующие преимущества по отношению к окислительным обеззараживающим методам (хлорирование, озонирование):

- УФ-облучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор и протозоа. Оно уничтожает возбудителей таких инфекционных болезней, как тиф, холера, дизентерия, вирусный гепатит, полиомиелит и др. Применение ультрафиолета позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов;

- обеззараживание ультрафиолетом происходит за счет фотохимических реакций внутри микроорганизмов, поэтому на его эффективность изменение характеристик воды оказывает намного меньшее влияние, чем при обеззараживании химическими реагентами (в частности, на воздействие ультрафиолетового излучения на микроорганизмы не влияют рН и температура воды);

- в обработанной ультрафиолетом излучением воде не обнаруживаются токсичные и мутагенные соединения, оказывающие негативное влияние на биоценоз водоемов;

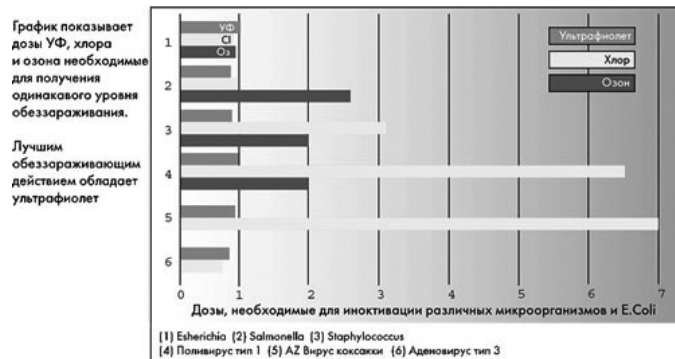


Рис. 1. Сравнение методов обеззараживания воды [2].

- в отличие от окислительных технологий в случае передозировки отсутствуют отрицательные эффекты, что позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта.

Достижения последних лет в светотехнике и электротехнике дают возможность обеспечить высокую степень надежности УФ-комплексов. Современные ультрафиолетовые лампы и пускорегулирующая аппаратура к ним выпускаются серийно, имеют вполне достаточный эксплуатационный ресурс. Им свойственны:

- высокая эффективность обеззараживания в отношении широкого спектра микроорганизмов, в том числе вирусов и цист простейших;
- отсутствие образования побочных продуктов;
- отсутствие влияния на физико-химические и органолептические показатели воды и воздуха;
- компактность УФ-оборудования;
- низкое энергопотребление и эксплуатационные расходы;
- простое управление и обслуживание.

Таким образом, основной промышленный метод обеззараживания, распространенный в России, — хлорирование хлором или хлорсодержащими реагентами, не в состоянии обеспечить всю совокупность современных гигиенических и экологических требований. Для выполнения современных нормативных установлений неизбежным является разработка новых методов и оборудования, обеспечивающих высокоэффективное удаление из воды микроорганизмов, отсутствие опасных побочных продуктов и имеющих удовлетворительные технико-эксплуатационные и экономические показатели.

УЛЬТРАФИОЛЕТ И СВЕТ

Наиболее перспективным в существующих условиях промышленным методом представляется обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением. Применение УФ-метода в системах подготовки питьевой воды и очистки сточных вод оптимально решает выявленные сегодня проблемы и позволяет полностью отказаться от хлорирования.

Обработка УФ-облучением не приводит к появлению в воде дополнительных продуктов, способных оказывать негативное действие на организм человека (животного), в том числе канцерогенных веществ. Модули обеззараживания УФ-облучением (рис. 2) различаются типами используемых в них ламп. В модулях одного типа применяются ртутные лампы с длиной волны излучения 253,7 нм, обладающие наиболее высоким бактерицидным эффектом, но только по отношению к определенному виду микроорганизмов (общие колиформные бактерии *E. coli*).

В других установках, например, ультрафиолетовой стерилизации серии «Блеск» (рис. 2), используются лампы высокоинтенсивного импульсного ультрафиолетового облучения ИНП 7/80. Такая лампа облучает проходящую в ее зоне зараженную воду импульсным высокоинтенсивным ультрафиолетовым излучением с частотой от 1 до 10 Гц, в зависимости от скорости текущей воды.

Исследования подтвердили высокую эффективность процесса с помощью лампы ИНП 7/80. Посредством высокоинтенсивных импульсов большой мощности она обеспечивает полное обеззараживание воды от вегетативных и споровых бактерий и вирусов [7]. Лампа воздействует излучением, частоту которого можно менять в зависимости от производительности средства очистки. То есть значительно сокращаются энергозатраты на обеззараживание. Кроме того, данная мо-





Рис. 2. Внешний вид модуля УФ-облучения (модели «Блеск-15» и «Блеск-30», производитель ООО «Национальные водные ресурсы»).

дель имеет меньшие массо-габаритные показатели.

Обеспечение необходимого эффекта при внедрении технологии УФ-обеззараживания определяется правильным выбором оборудования, который зависит от качества исходной и требуемой по нормативам степени экологичности воды. Для оптимальной модификации УФ-оборудования чаще всего нужно обследование объекта, которое должно производиться специализированной технологической организацией, со сбором исходных данных, тестовыми испытаниями с целью определения рациональной дозы УФ-излучения, выбора места размещения приобретаемого оборудования.

Ультрафиолетовая область является коротковолновой областью спектра, с одной стороны примыкающей к видимой его части, а с другой переходящей на рентгеновский спектр. Весь УФ-спектр (рис. 3) делят на *ближний* с длиной волны 400–300 нм, примыкающий к видимой области (400–800 нм), *дальний* (300–200 нм) и *вакуумный* (200–50 нм) (1 нанометр = 10^{-9} м = 10 Å).

Различают три участка спектра ультрафиолетового излучения, имеющего различное биологическое воздействие.

Слабое биологическое воздействие имеет ультрафиолетовое излучение с длиной волны 390–315 нм. Противорахитичным действием обладают УФ-лучи в диапазоне 315–280 нм, а ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280–200 нм отличается способностью убивать микроорганизмы. Ультрафиолетовые лучи в указанном диапазоне волн действуют на бактерии губительно, причем максимум бактерицидных свойств возникает при длине волны 264 нм. Данное обстоятельство используется в бактерицидных установках, предназначенных для обеззараживания в основном подземных вод.

Во всех только что рассмотренных вариантах источником ультрафиолетовых лучей выступает ртутно-аргонная или ртутно-кварцевая лампа, находящаяся в кварцевом чехле в центре металлического корпуса. Чехол защищает лампу от контакта с водой, но свободно пропускает ультрафиолетовые лучи. Обеззараживание происходит во время протекания воды в пространстве между корпусом и чехлом при непосредственном воздействии ультрафиолетовых лучей на микробы.

УФ-облучение не образует побочных продуктов реакции, его доза может быть увеличена до значений, обеспечивающих эпидемиологическую безопасность как по бактериям, так и по вирусам. Установка действует на вирусы намного эффективнее, чем хлор, поэтому применение ультрафиолета при подготовке питьевой воды позволяет, в частности, во многом решить проблему удаления вирусов гепатита А.

Обеззараживающий эффект УФ-излучения главным образом обусловлен фотохимическими реакциями, в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК. Помимо ДНК ультрафиолет действует и на другие структуры клеток, в частности, на РНК и клеточные мембраны. Ультрафиолет как высокоточное оружие поражает именно живые клетки, не оказывая воздействия на химический состав среды, что имеет место для химических дезинфектантов. Последнее свойство исключительно выгодно отличает его от всех химических способов дезинфекции.

Использование УФ-облучения в качестве средства обеззараживания рекомендуется для воды, уже прошедшей очистку по цветности, мутности и содержанию железа. Эффект обеззараживания воды контролируют, определяя общее число бактерий в 1 см^3 и количество индикаторных бактерий группы кишечной палочки в 1 л воды после ее обеззараживания.

Расход электроэнергии при обеззараживании УФ-облучением сточной воды составляет 20–60 Вт · час на 1 м^3 воды. Длительность обеззараживания составляет 5–10 мин.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Ультрафиолетовое излучение кроме использования для обеззараживания воды может найти применение и при оценке качества её очистки.

Учитывая большую трудность определения отдельных ингредиентов очищаемых сточных вод, а иногда и отсутствие необходимости в установлении количественного содержания каждого из них, целесообразна разработка и совершенствование интегральных методов контроля качества вод, в том числе и по обобщенному показателю. К интегральным методам контроля относится оценка содержания остаточных органических загрязнителей по суммарному углероду. Показатель общего органического углерода, определяемый инструментально газохроматографически или по ИК-поглощению и непосредственно характеризующий сумму органических загрязнений, имеет преимущества перед косвенными показателями загрязнения воды (в частности, биохимическое потребление кислорода — БПК и химическое потребление кислорода — ХПК), главные недостатки которых заключены в технической недостаточной точности и длительном определении.

При обосновании метода, способа и технологии оценки качества очищаемой воды нами учитывались помимо быстроты и надежности определения интегрального показателя его информативность, простота, а также минимизация сложности аппаратного оформления. Таким требованиям отвечает спектрофотометрический показатель, основанный на измерении светопоглощения сточной воды в УФ-области спектра.

Ультрафиолетовая спектроскопия (УФ-спектроскопия, УФС) — раздел оптической спектроскопии, включающий получение, исследование и применение спектров испускания, поглощения и отражения в ультрафиолетовой области, то есть в диапазоне длин волн 10–400 нм (волновых чисел $2,5 \cdot 10^4$ – 10^6 см⁻¹). УФС при длине волны меньше 185 нм называется вакуумной, так как в этой области УФ-излучение настолько сильно поглощается воздухом (главным образом кислородом), что необходимо применять вакуумные или наполненные непоглощающим газом спектральные приборы.

Техника измерения УФ-спектров в основном такая же, как спектров в видимой области. Спектральные приборы для УФС отличаются тем, что вместо стеклянных оптических деталей в них применяют аналогичные кварцевые (реже флюоритовые или сапфировые), которые не поглощают УФ-излучение. Для отра-

жения этого излучения приходится делать алюминиевые покрытия. Приемниками служат обычные или маложелатиновые фотоматериалы, а также фотоэлектрические приборы, главным образом фотоэлектронные умножители, счетчики фотонов, фотодиоды, ионизационные камеры. Ради увеличения чувствительности при использовании фотоматериалов иногда регистрируют флуоресценцию, вызванную исследуемым УФ-излучением.

Измеряя величину оптической плотности (УФ-показателя) сточной воды при определенной длине волны и сопоставляя какое-то время эту величину со значениями нормируемых показателей, характерных для той или иной станции очистки, можно установить уровни УФ-показателя, отвечающие хорошо или плохо очищенной фактуре, и таким образом экспрессно (оперативно) контролировать содержание остаточных загрязнителей в сбрасываемых стоках.

В основе предлагаемого метода контроля лежит способность подавляющего большинства органических веществ различных классов поглощать свет в диапазоне 200–280 нм. В этой области интенсивно поглощаются ненасыщенные соединения и соединения ароматического ряда с различными группировками атомов, в том числе протеины, фенолы, гуминовые, лигнинсульфиновые кислоты и другие, подобные им, тоже сложные. Неорганические ионы, за малым исключением, здесь не поглощают.

Нами предлагается проводить измерение величины УФ-показателя (А 254) при длине волны 254 нм в кварцевой кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используется дистиллированная вода.

Для реализации УФ-метода может быть применен спектрофотометр любой модели, обеспечивающий измерение в УФ-области спектра.

Устройство спектрофотометров и их характеристики могут значительно отличаться в зависимости от производителя и задач, для решения которых рассчитан прибор. Однако базовые элементы конструкции у всех приборов сходны. Это источник света, монохроматор, кюветное отделение с образцом и регистрирующий детектор. В качестве источника света чаще всего берутся ртутные или галогенные лампы. Монохроматор — устройство для выделения из всего излучае-



мого спектра какой-то узкой его части (1–2 нм). Монохроматоры строятся на основе разделяющих свет призм либо дифракционной решетки. В некоторых приборах могут дополнительно применяться наборы светофильтров. Кюветное отделение при желании оборудуют механизмами для термостатирования, перемешивания, добавления веществ непосредственно в ходе процесса измерения. При исследовании малых объемов веществ целесообразна бескюветная технология, когда образец удерживается за счет сил поверхностного натяжения жидкости.

УФ-показатель является новым оптическим показателем, характеризующим, как ХПК и БПК, содержание остаточных органических примесей в очищаемых сточных водах. Современная практика интерпретации лабораториями экспериментальных значений УФ-показателя, получаемых на станции очистки, невозможна без данных по ХПК и БПК для тех же проб воды. Построенные по экспериментальным данным корреляционные зависимости « A_{254} — ХПК» и « A_{254} — БПК₅» позволяют устанавливать уровень качества очищенной сточной воды.

Очищенные сточные воды характеризуются определенными значениями УФ-показателя. В интервале концентраций органического углерода в очищенных водах (а именно от 8–10 до 20–25 мг/л) такой показатель изменяется в пределах 0,20–0,75 единиц оптической плотности, что и характеризует технически успешную процедуру. При $C_{орг}$ в 15 мг/л (при этом значения БПК₅ находятся в пределах 6–15 мг/л O₂) величина УФ-показателя колеблется не столь значительно, в пределах 0,2–0,3 единицы. Однако в зависимости от химического состава обрабатываемых сточных вод абсолютные величины УФ-показателя от станции к станции меняются, то есть для тех же интервалов ХПК и БПК₅ величины его могут отличаться на 5–10%.

ВЫВОДЫ

Введение новых нормативных документов в области водного хозяйства в последние несколько лет определили необходимость модернизации большинства очистных систем. Одной из наиболее актуальных задач остается совершенствование схем обеззараживания, поскольку она напрямую связана со здоровьем человека.

Метод обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением получил широкое распространение в минувшие 20 лет во всем мире. Среди основных мотиваций в пользу этого метода послужил обнаруженный в 70-х годах XX века факт, что хлорирование воды приводит к образованию опасных побочных продуктов. Анализ альтернативных хлорированию вариантов показал, что все окислительные технологии имеют чаще всего сходные недостатки. Вторым важным фактором в продвижении УФ-технологии стала и просто низкая эффективность хлорирования. Ультрафиолетовое обеззараживание оказалось идеальным решением обеих этих проблем, что и привело в конечном счете к бурному развитию УФ-технологии на земном шаре.

УФ-метод позволяет обеспечить эпидемиологическую безопасность сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, и при этом исключать какое-либо негативное влияние на экологию водоемов.

УФ-облучение является наиболее перспективным способом обеззараживания воды с высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам и к тому же не приводящим к образованию вредных побочных продуктов, способных помешать благополучию человека [4].

В настоящий момент накопился большой положительный опыт применения метода на нефтеперерабатывающих и химических предприятиях. Весьма существенный нюанс: УФ-обеззараживание позволяет использовать очищенные сточные воды вторично в производственных циклах разного уровня и назначения.

Учитывая высокие темпы внедрения технологии УФ-обеззараживания в России, объективно назрела необходимость в разработке стандартов на производство, выбор и внедрение ультрафиолетового оборудования, аналогичных стандартам, принятым за рубежом.

Таким образом, УФ-излучение есть все основания признать эффективным средством обеззараживания, а величина поглощения света в УФ-области спектра может служить в качестве косвенного объективного показателя суммарного остаточного содержания органических загрязнителей в сбрасываемых и очищаемых сточных водах на объектах желез-

ных дорог. Предлагаемые подход и метод обеспечат, насколько беремся судить, непрерывный контроль качества очистки воды в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ природоохранной деятельности в ОАО «РЖД» за 2009 год. Управление охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля ОАО «РЖД». – М., 2010. – 114 с. – С.14–20.
2. www.aqua-tex.ru Доступ 10.03.2013.

3. Методические указания МУК 4.3.2030–05 «Санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 ноября 2005 г.).

4. Conte G.; Mazzeo G. and Salvatori S. Diamond deep-UV position sensitive detectors, *Proc. SPIE* 6189, Optical Sensing II, 618910 (April 22, 2006); doi:10.1117/12.663843; <http://dx.doi.org/10.1117/12.663843>.

5. Усин В. В., Павлов А. В., Пашинин В. А., Коваленко М. А. и др. Отчёт по НИР «Насос-Водоочистка» (промежуточный отчет по этапу 1). – М.: ЗАО «Концерн Мойдодыр», 2012. – 186 с. ●

ULTRAVIOLET RADIATION FOR DECONTAMINATION OF WASTEWATERS

Pashinin, Valery A. – D. Sc. (Tech), professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

Pavlov, Alexander V. – Ph.D. (Chem.), main expert of Ecological industrial and financial concern «Moydodыр» CLC, Moscow, Russia.

Kovalenko, Maria A. – laboratory assistant of the department of chemistry and engineering ecology of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

Rail transport has always pretended to be most resource conserving in terms of natural resources consumption per unit of transported goods and ecologically less harmful as for emission and discharge of contaminants. Nevertheless the issue of the quality of purified effluent at the installations of JSC Russian Railways is still urgent and the environmental activities are among the most demanded engineering tasks.

Regardless of almost ultimate renunciation of steam traction, the railways increase water consumption because of the growth of their length and traffic capacity. An important part of the water is consumed irrevocably (in passenger coaches, for reception of steam, fabrication of ice) as the rate of water recycling and reuse is about 30%. The remainder goes to surface water bodies. The most harmful are: cleaning and steaming posts for rolling stock, disinfection posts for cars, locomotive and wagon depots etc. The most common pollutants are oil, petrol, diesel fuels, phenols, dissolved acids. Carbon monoxide, nitrogen oxide, hydrocarbon, phenols are emitted at different stages of operations and so form the priority indices of the level of pollution.

Different tools of purification have their own advantages and disadvantages. The main industrial method of chlorination can't ensure the totality of

hygienic and ecological requirements. The up-and-coming industrial method is decontamination of waters by ultraviolet radiation. The basic principles of decontamination by ultraviolet instruments, together with mode of processing of waters, results' monitoring tools and indices are described.

Ultraviolet radiation finds also some other applications. The proposed method of control of waters is based on the capacity of most organic matters of different classes to absorb light in the range of 200–280 nanometer. The proposal of the authors consists in measuring ultraviolet rate (A 254) with the wavelength of 254 nanometer in quartz dish with measured solution layer's thickness of 10 mm, distilled water serving a solution of comparison. A spectrophotometer of any model capable to take measures in ultraviolet spectral region can be used. Ultraviolet rate is a new optical index, which can define demand of chemical oxygen, biochemical consumption of oxygen, contents of residual organic impurities in purified wastewaters. The correlation dependencies «A254 – demand of chemical oxygen» and «A254 – biochemical consumption of oxygen» permit to assess the level of quality of purified wastewater. The proposed method can ensure continued real-time monitoring of the quality of water purification.

Key words: ecology, railway, biosphere, hydrosphere, methods of water decontamination, quality control, ultraviolet radiation, UV-decontamination.

REFERENCES

1. Analysis of Environmental Protection Practices in JSC Russia Railways in 2009. Direction of labor protection, industrial security and ecological control of JSC Russian railways. Moscow, JSC Russian Railways, 2010, pp. 14–20.
2. www.aqua-tex.ru (Last accessed 10.03.2013).
3. Workbook MUK 4.3.2030–05 «Sanitary and virology control of the efficiency of decontamination of potable and wastewaters with ultraviolet radiation» (adopted by Principal sanitary inspector of Russian Federation). 18.11.2005.

4. Conte G.; Mazzeo G. and Salvatori S. Diamond deep-UV position sensitive detectors, *Proc. SPIE* 6189, Optical Sensing II, 618910 (April 22, 2006); doi:10.1117/12.663843; <http://dx.doi.org/10.1117/12.663843>. 2006.

5. Ustin, V.V., Pavlov, A.V., Pashinin, V.A., Kovalenko, M. A. Report on the research «Nasos-Vodoochistka» [Pump Water Purification]. Intermediary report of the first stage. Moscow, Concern Moydodыр CLC, 2012, 186 p.

Координаты авторов (contact information): Пашинин В. А. (Pashinin, Valery A.), Павлов А. В. (Pavlov, Alexander V.) – Pashininmiit@yandex.ru, Коваленко М. А. (Kovalenko Maria A.) – kovalenkomiit@mail.ru.
Статья поступила в редакцию / received 05.09.2012
Принята к публикации / accepted 03.12.2012

