

*Тимошин В.Н., Латышенко А.В., Тимошин И.В., Янин Е.П.* Особенности организации сбора отработанных люминесцентных ламп у населения // **Научные и технические аспекты охраны окружающей среды**, 2015, № 3, с. 35–52.

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА ОТРАБОТАННЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП У НАСЕЛЕНИЯ**

*В.Н. Тимошин, А.В. Латышенко, И.В. Тимошин, Е.П. Янин*  
(Ассоциация предприятий по обращению  
с ртутьсодержащими и другими опасными отходами (НП «АРСО»), г. Москва,  
e-mail: nparso@gmail.com)

### **Введение**

Люминесцентные лампы (ЛЛ) являются разновидностью ртутных ламп и представляют собой газоразрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое излучение электрического разряда в парах ртути превращается при помощи слоя люминофора, нанесенного на внутреннюю поверхность стеклянной колбы (трубки) лампы, в видимое оптическое излучение различной цветности. Массовое применение как линейных (прямых), так и компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) обусловлено их универсальностью, высокой световой отдачей, большим сроком службы (по сравнению с обычными лампами накаливания) и возможностью получения разнообразных спектров излучения, широкого диапазона мощностей и яркости.

В предлагаемых работе обосновывается необходимость отдельного сбора и последующего обезвреживания (переработки) вышедших из строя («перегоревших») в жилом секторе энергосберегающих люминесцентных ламп, составной частью которых является токсичная ртуть, излагается методика определения объемов ежегодно выходящих из строя люминесцентных ламп, рассматривается действующая в Российской Федерации нормативно-правовая база по организации и финансированию сбора отработанных люминесцентных ламп. Показано, что в настоящее время в нашей стране имеются необходимые нормативно-правовые акты и нормативно-технические документы и существуют организационные предпосылки, достаточные для осуществления в масштабах всей страны работ по обязательному селективному сбору и последующему обезвреживанию (переработке) на специализированных предприятиях всех видов ртутных ламп, потерявших свои потребительские свойства, в том числе энергосберегающих люминесцентных ламп, образующихся в частном секторе и в многоквартирных домах. Особое внимание уделяется существующим требованиям к организации и обустройству мест первичного сбора и размещения отработанных люминесцентных ламп, к проведению работ по устранению ртутного загрязнения, возникающего при разрушении энергосберегающих люминесцентных ламп в местах их первичного сбора, особенностям транспортирования отработанных люминесцентных ламп, а также порядку размещения (хранения и захоронения), обезвреживания и использования отработанных люминесцентных ламп специализированными организациями.

### **1. О необходимости отдельного сбора и утилизации отработанных люминесцентных ламп**

Люминесцентные и другие виды ртутных ламп обеспечивают в развитых странах от 50 до 80% (в России до 65–70%) световой энергии, генерируемой искусственными источниками света. Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» определил, начиная с 1 января 2011 г., поэтапный отказ

от использования в России ламп накаливания, что уже привело к широкому использованию люминесцентных (особенно компактных) ламп, в том числе и в жилом секторе.

Входящая в состав люминесцентных ламп ртуть отличается широким спектром проявлений токсического действия на живые организмы и экосистемы в целом [15, 17]. Наряду с общетоксическим действием (отравлениями) ртуть и ее соединения вызывают гонадотоксический (воздействие на половые железы), эмбриотоксический (воздействие на зародыши), тератогенный (пороки развития и уродства) и мутагенный (возникновение наследственных изменений) эффекты. Федеральный классификационный каталог отходов определяет ртутьсодержащие отходы производства и потребления, включающие люминесцентные лампы, как чрезвычайно опасные отходы (отходы I-го класса опасности). Ртутьсодержащие отходы (PCO), как свидетельствуют нормативные документы, обладают очень высокой степенью воздействия на окружающую среду, в результате которого экосистемы необратимо нарушаются, причем период их естественно-го восстановления отсутствует. Это, в сущности, и определяет необходимость селективного сбора и последующего обезвреживания люминесцентных ламп на специальных предприятиях [2, 3, 22, 24, 25].

Особо следует отметить, что ртутьсодержащие отходы образуются во многих сферах деятельности человека, практически на всех предприятиях, во многих организациях, на транспорте и социальных объектах, в бытовом секторе, в рекламном (ртутьсодержащие неоновые трубки для световой рекламы) и дорожном освещении [6, 17, 25]. Особую группу составляют ртутные лампы задней подсветки (*backlighting*), которые являются неотъемлемой частью мультимедиа-мониторов, мониторов с ЖК-дисплеем, телевизоров с ЖК-экраном, цифровых фоторамок, ноутбуков, факсов, сканеров, копиров и т. п. Типичные содержания ртути в различных лампах приведены в табл. 1. Обычно меньшие уровни ртути характерны для ламп, производимых крупнейшими мировыми светотехническими компаниями.

Таблица 1

Содержание ртути в ртутных лампах [20]

| Лампы                           | Количество ртути в одной лампе, мг |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Люминесцентные (трубчатые)      | < 10 – 50                          |
| Люминесцентные компактные (КЛЛ) | < 3 – 5                            |
| Высокого давления (типа ДРЛ)    | 15 – 350                           |
| Высокого давления (типа ДРТ)    | 30 – 600                           |
| Металлогалогенные               | 2,5 – 60                           |
| Натриевые высокого давления     | 11 – 50                            |
| Неоновые трубки                 | от ≤ 10 до 500                     |

В неиспользованных люминесцентных лампах ртуть присутствует в основном в элементарной форме (в виде металла или амальгамы) [27, 31]. В использованных («перегоревших») лампах она преимущественно находится в адсорбированных на люминофоре различных формах (химических соединениях) и, в существенно меньшей степени, связывается со стеклом колбы и другими компонентами лампы [8, 28, 31]. Установлено, что не менее 94–97% ртути в люминесцентных лампах, бывших в эксплуатации, связано с люминофором и лишь 3–6% со стеклом и прочими деталями. Такое распределение ртути объясняется электрохимическими эффектами и наличием плазмы «ртуть/разряженный газ» в колбе работающей лампы. Люминофор при этом является своеобразным барьером («депо») для ртути и постоянно фиксирует ее в разнообразных соединениях, существенная часть из которых в конечном счете достаточно прочно связывается с его веществом и может эмитировать из него лишь при высоких температу-

рах. Это явление положено в основу современных технологий утилизации люминесцентных ламп, которые базируются на «холодных и сухих» процессах дробления и сепарации изделий в системе с пониженным давлением, разделяющих лампы на основные компоненты: цоколи, стеклянная смесь (стеклобой), ртутьсодержащий люминофор (с последующим его обезвреживанием). Сейчас такие способы получают все большее развитие во многих странах мира, включая Россию [6, 11–14, 20].

Определенное количество ртути в использованных лампах связывается люминофором в относительно подвижных соединениях, способных при нарушении целостности стеклянной колбы лампы даже при комнатной температуре выделять в окружающий воздух пары металла. В последние годы были проведены экспериментальные исследования, в которых оценивалась интенсивность эмиссии (выделения) в среду обитания ртути из разбитых люминесцентных ламп. Результаты этих исследований особенно интересны для пользователей ламп (в быту, в офисах и т. д.). Так, авторы [30] разбивали использованную КЛЛ и новую КЛЛ в тефлоновом контейнере (объемом 2 л) и измеряли концентрацию улетучивающихся паров ртути. В эксперименте использовались две КЛЛ – мощностью 13 Вт (содержащую 4,5 мг ртути) и мощностью 9 Вт (5 мг ртути). Было установлено, что в течение первого часа эксперимента из ламп выделялось от 12 до 43 мкг ртути (т. е. не более 1% от общего ее количества в лампе). Особенно интенсивное улетучивание ртути происходило в первые 4 часа после разбивания ламп. В течение 24 часов из КЛЛ мощностью 13 Вт эмитировалось 504 мкг (примерно 10,1% от общего количества) ртути, из КЛЛ мощностью 9 Вт – 113 мкг (2,5%). Разбитые лампы продолжали выделять ртуть по крайней мере в течение 4 дней, причем из КЛЛ мощностью 13 Вт было эмитировано 1,34 мг ртути (почти 30% от ее общего количества в лампе). Результаты эксперимента указывают на то, что улетучивание из разбитой КЛЛ только 1 мг ртути в виде паров (это составляет примерно 20% от общего количества металла в лампе) в комнату объемом 500 м<sup>3</sup> (10 x 10 x 5 м) приведет к концентрации ртути в воздухе этого помещения в 2 мкг/м<sup>3</sup>, что в 10 раз больше рекомендованного Агентством по регистрации токсичных веществ и болезней США безопасного предела для детей. Напомним, что в России предельно допустимая концентрация (ПДК) паров ртути в воздухе населенных мест составляет 0,3 мкг/м<sup>3</sup>, то есть при указанных выше условиях уровень содержания ее паров в воздухе помещения (равный 2 мкг/м<sup>3</sup>) примерно в 6,6 раз превышает ПДК.

В работе [29] приводятся результаты исследования эмиссии ртути из КЛЛ, разбитой в комнате размером 3 x 3 x 2,5 м. Было установлено, что 10% ртути из разбитой лампы выделялось в воздух в виде парогазовой фракции, а остальное количество металла, присутствующего в лампе, в течение времени испарялось уже как жидкая ртуть. Максимальные концентрации ртути в воздухе экспериментального помещения, достигающие очень высоких значений (до 5–20 мкг/м<sup>3</sup>, что существенно выше гигиенических нормативов), наблюдались в первые (1–4) минуты после разбивания лампы.

Другие исследователи [26] измеряли темпы выделения ртути из отработанных стандартных линейных люминесцентных ламп (ЛЛ), содержащих в среднем 4,55 мг ртути. Лампа разбивалась в пластиковом контейнере объемом 146 л. Показано, что от 17 до 40% присутствующей в лампе ртути улетучивалось в воздух (при температуре примерно от 4,5 до 29,5<sup>0</sup>С) в течение двухнедельного периода после разбивания (треть ртути реализовывалась в первые 8 часов эксперимента). Авторы установили, что типичная эмиссия ртути (в виде ее паров) из одной разбитой ЛЛ составляла от 3 до 8 мг в течение 2-х недель. Уровни ртути в воздухе вблизи недавно разбитых ламп превышали установленный предел профессионального воздействия. Известно, что ингаляция (вдыхание) паров ртути – важнейший путь ее поступления в живой организм, причем 80–97% поступившей таким образом ртути абсорбируется. Рассмотренные примеры одно-

значно указывают на необходимость отдельного сбора и последующего обезвреживания всех видов ЛЛ (независимо от содержания в них ртути) на специализированных предприятиях. В противном случае использованные ЛЛ, поступающие в мусоропроводы, мусорные баки и т. п., будут являться существенными источниками загрязнения жилой, производственной и окружающей среды ртутью (рис. 1).

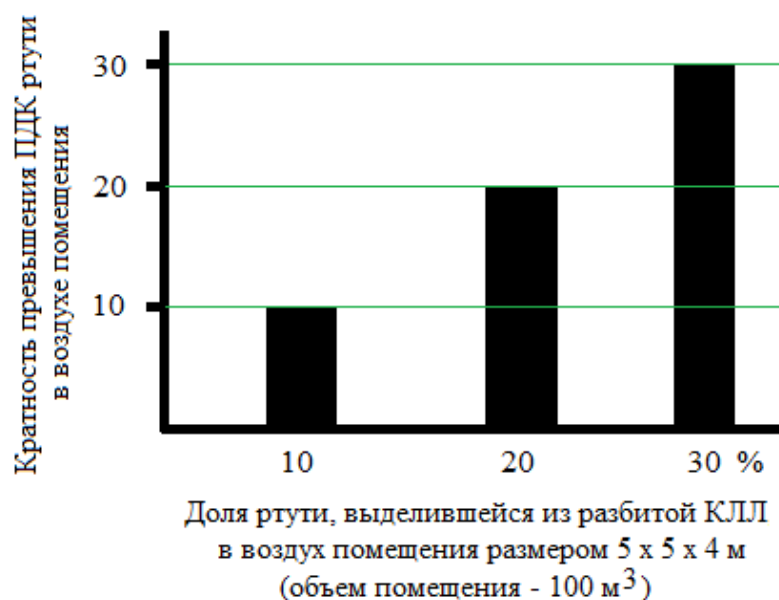


Рис. 1. Потенциальная интенсивность загрязнения воздуха помещения ртутью, выделяющейся из разбитой стандартной КЛЛ.

Именно на принципе отдельного сбора и последующего обезвреживания ртутьсодержащих отходов на специальных предприятиях функционируют и создаются соответствующие системы обращения с отходами в передовых странах мира [22, 25]. В частности, Директива ЕС (Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment) обязывает производителей, продавцов и импортеров электротехнического и электронного оборудования, в том числе ртутных ламп, отдельно собирать, повторно использовать, перерабатывать или утилизировать соответствующие отходы. Именно принцип отдельного сбора и последующего обезвреживания РСО потребления устанавливается Базельской конвенцией и принятыми ей в 2011 г. «Техническими руководящими принципами экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из элементарной ртути, и отходов, содержащих ртуть или загрязненных ею». Этот принцип закреплен международной Конвенцией Минамата по ртути в 2013 году (имеющим обязательную юридическую силу глобальным документом по ртути). Россия является участником Базельской конвенции и активно участвовала в работе Межправительственного комитета по подготовке Конвенции Минамата [19, 21]. В настоящее время в нашей стране и ее регионах разрабатываются стратегии, программы и проекты, направленные на сокращение объемов направляемых на захоронение твердых бытовых отходов, прежде всего, за счет их утилизации, включая рециклинг, регенерацию и рекуперацию. Это также определяет необходимость отдельного сбора ртутьсодержащих отходов, их изъятия из общего потока бытовых отходов и последующего селективного обезвреживания на специальных предприятиях, что позволит исключить попадание токсичной ртути в производимые из от-

ходов товары и материалы, исключить ее повторное рассеивание в окружающей среде, попадание в биоциклы и пищевые цепи.

## **2. Нормативно-правовая и техническая база для организации и финансирования работ по сбору отработанных люминесцентных ламп**

Основные принципы организации и финансирования работ по сбору вышедших из строя люминесцентных ламп у населения обозначены в следующих законах и нормативных правовых актах Российской Федерации:

1. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 28.07.2012 г.) «Об отходах производства и потребления».

3. Федеральный закон от 04.05.2011 г. № 99-ФЗ « О лицензировании отдельных видов деятельности».

3. Федеральный закон от 25.06.2012 г. № 93-ФЗ « О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ по вопросам государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

4. Постановление Правительства РФ от 3.09.2010 г. № 681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащий сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».

5. Постановление Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. № 290 «О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме, и порядке их оказания и выполнения» (вместе с «Правилами оказания услуг и выполнения работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме»).

6. Постановление Правительства РФ № 860 от 1 октября 2013 г. «О внесении изменений в Правила обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».

Постановлением Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. № 290, которое применяется к правоотношениям, вытекающим из договоров управления многоквартирным домом и договоров оказания услуг по содержанию и (или) выполнению работ по ремонту общего имущества в многоквартирном доме, в минимальный перечень «Услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме», в главу III «Работы и услуги по содержанию иного общего имущества в многоквартирном доме» (раздел 26 «Работы по обеспечению вывоза бытовых отходов, в том числе откачке жидких бытовых отходов») включен пункт:

- организация мест накопления бытовых отходов, сбор отходов I–IV классов опасности (отработанных ртутных ламп и др.) и их передача в специализированные организации, имеющие лицензии на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению таких отходов.

Для организации и проведения работ по сбору, вывозу и обезвреживанию отработанных люминесцентных ламп Постановлением Правительства РФ № 860 от 01.10.2013 г. внесены изменения в «Правила обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащий сбор, накопление,

использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде», определяющие требования, порядок сбора, накопления и транспортирования отработанных ртутных ламп.

Теперь новые пункты 8<sup>1</sup> и 8<sup>2</sup> имеют следующую редакцию:

8. Органы местного самоуправления организуют сбор и определяют место первичного сбора и размещения отработанных ртутьсодержащих ламп у потребителей ртутьсодержащих ламп (кроме потребителей ртутьсодержащих ламп, являющихся собственниками, нанимателями, пользователями помещений в многоквартирных домах и имеющих заключенный собственниками указанных помещений договор управления многоквартирными домами или договор оказания услуг и (или) выполнения работ по содержанию и ремонту общего имущества в таких домах), а также их информирование.

8<sup>1</sup> У потребителей ртутьсодержащих ламп, являющихся собственниками, нанимателями, пользователями помещений в многоквартирных домах, сбор и размещение отработанных ртутьсодержащих ламп обеспечивают лица, осуществляющие управление многоквартирными домами на основании заключенного с собственниками помещений многоквартирных домов договора управления или договора оказания услуг и (или) выполнения работ по содержанию и ремонту общего имущества в таких домах, в местах, являющихся общим имуществом собственников многоквартирных домов и содержащихся в соответствии с требованиями к содержанию общего имущества, предусмотренными Правилами содержания общего имущества в многоквартирном доме, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2006 г. № 491.

8<sup>2</sup> Место первичного сбора и размещения отработанных ртутьсодержащих ламп у потребителей ртутьсодержащих ламп, являющихся собственниками, нанимателями, пользователями помещений в многоквартирных домах, определяется собственниками помещений в многоквартирных домах или по их поручению лицами, осуществляющими управление многоквартирными домами на основании заключенного договора управления или договора оказания услуг и (или) выполнения работ по содержанию и ремонту общего имущества в таких домах, по согласованию с соответствующей специализированной организацией.

Таким образом, обязанность по реализации соответствующих требований и оказанию услуг по сбору и утилизации ртутьсодержащих отходов (PCO) потребления возложена на: 1) органы местного самоуправления в части сбора и утилизации ртутьсодержащих отходов потребления, образующихся в частном жилом секторе; 2) лиц, осуществляющих управление многоквартирными домами, в части сбора и утилизации ртутьсодержащих отходов потребления, образующихся в многоквартирных домах.

Важно также отметить, что наряду с нормативно-правовой базой в нашей стране существуют организационные и технические условия и необходимая инфраструктура для создания эффективных селективных систем сбора и обезвреживания PCO потребления. В частности, в соответствии с имеющимися нормативными документами при обращении с PCO необходимо и обязательно: 1) использование специальной тары для сбора и транспортировки PCO; 2) применение транспортных средств, обеспечивающих безопасную доставку PCO к местам их переработки и обезвреживания; 3) использование специального технологического оборудования для переработки и обезвреживания PCO; 4) проведение мониторинга окружающей среды с использованием ртутных анализаторов и специальных методик при выполнении работ, связанных со сбором, накоплением, обезвреживанием и размещением PCO; 5) привлечение к работам лиц, которые имеют соответствующие сертификаты, дающие право на работу с PCO.

Необходимо особо отметить, что в настоящее время в России функционирует значительное количество (формально около 100) предприятий по сбору и обезвреживанию отработанных ртутных ламп. Около 40 таких предприятий из разных регионов страны создали профессиональное объединение: Некоммерческое партнерство «Ассоциация предприятий по обращению с ртутьсодержащими и другими опасными отходами» (НП «АРСО») [23]. Эти предприятия имеют многолетний опыт работы в сфере обращения со всеми видами РСО, в разработке и изготовлении демеркуризационного оборудования, контейнеров для отходов, демеркуризационных препаратов (в том числе, для использования в бытовых условиях), ртутных анализаторов, в выполнении демеркуризационных мероприятий, в экологической оценке загрязнения окружающей среды ртутью, разработке методических документов по ртутной безопасности. В ряде регионов и городов страны достаточно эффективно функционируют системы раздельного сбора РСО не только от организаций и предприятий (обязанных сдавать отходы на специализированные предприятия для обезвреживания), но и из жилого сектора [16, 18, 20]. Уже сейчас по уровню сбора и обезвреживания ртутных ламп Россия не только не уступает, но и превосходит многие развитые страны (такие, например, как США, Канада, Южная Корея, Япония и др.). Например, в г. Москве ежегодно собирается и обезвреживается более 85% (около 8 млн. шт., в том числе более 1 млн. шт. из бытового сектора) вышедших из строя ртутных ламп разного типа, а также значительное количество ртути-содержащих изделий, приборов, черновой ртути. Показательно, что практически все российские демеркуризационные предприятия оснащены отечественным оборудованием, которое по своим техническим, технологическим и экологическим характеристикам не уступает лучшим зарубежным образцам и экспортируется за рубеж. Это, прежде всего, эффективная, энергоэкономичная и экологически безопасная технология вибропневматической переработки люминесцентных ламп, реализованная в установке «Экотром-2» [9, 11–14]. Хорошо известна также малогабаритная вакуумная термодемеркуризационная установка «УРЛ-2м» для переработки широкого спектра РСО, принцип действия которой основан на вакуумной дистилляции ртути с вымораживанием (конденсацией) ее паров на поверхности криогенной ловушки [1]. Практический интерес представляет совместное использование установок «УРЛ-2м» и «Экотром-2». Для сбора, временного хранения и транспортирования различных видов РСО разработаны, производятся и используются различные виды тары (контейнеры). Нельзя также не сказать об эффективных и экологически безопасных демеркуризационных препаратах и технологиях демеркуризации, которые находят практическое применение при ликвидации ртутных загрязнений в различных помещениях и на разных объектах [4, 5, 7, 10].

### **3. Организация и оснащение мест накопления отработанных люминесцентных ламп, принимаемых от населения**

Место накопления предназначено для предварительного накопления (временного хранения) отработанных ртутных ламп перед передачей их на место первичного сбора и размещения. Оно должно находиться в помещении, защищенном от атмосферных осадков, исключающем повреждение тары и доступ посторонних лиц.

Место накопления оснащается:

1. Тарой (упаковочной емкостью), обеспечивающей сохранность ртутных ламп при хранении, погрузо-разгрузочных работах и транспортировании. Тара должна обеспечивать герметичность, т. е. способностью оболочки (корпуса) тары, отдельных ее элементов и соединений препятствовать газовому или жидкостному обмену между сре-

дами, разделенными этой оболочкой, исключать возможность загрязнения окружающей среды.

2. Демеркуризационным комплектом, предназначенным для устранения локального ртутного загрязнения, возникающего при возможном (например, случайном) разрушении отработанной ртутной лампы на месте первичного сбора и размещения.

На месте накопления должно храниться разрешенное в установленном порядке количества отработанных ртутных ламп. Рекомендуется хранить не более 150 шт. отработанных ламп. Желательно, чтобы срок временного хранения (любого количества) отработанных ламп не превышал 6 месяцев, после чего они должны передаваться в места первичного сбора и размещения.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели в соответствии с Правилами (Постановление Правительства РФ от 3.09.2010 г. № 681) и другими нормативными актами должны разработать инструкции по организации сбора, накопления, использования, обезвреживания, транспортирования и размещения, отработанных ртутных ламп применительно к конкретным условиям и назначить в установленном порядке ответственных лиц за обращение с отработанными лампами, собираемыми у населения. Одновременно с доведением до населения информации об адресах, где расположены места первичного сбора и размещения отработанных ртутных ламп, необходимо размещать рекламно-информативные материалы, в которых приведены рекомендации по безопасному обращению с компактными и другими люминесцентными лампами.

#### **4. Требования к организации мест первичного сбора и размещения отработанных люминесцентных ламп**

Место первичного сбора и размещения предназначено для предварительного сбора и временного размещения отработанных люминесцентных ламп перед передачей их специализированным организациям для дальнейшего транспортирования, использования, обезвреживания, размещения. Согласно существующим требованиям, расположение мест первичного сбора и размещения отработанных люминесцентных ламп, создаваемых органами местного самоуправления, собственниками помещений в многоквартирных домах или по их поручению лицами, осуществляющими управление многоквартирными домами, согласуется со специализированными организациями, осуществляющими сбор, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение отработанных ламп.

Хранение отработанных люминесцентных ламп производится в специально выделенном для этой цели помещении, защищенном от химически агрессивных веществ, атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод, а также в местах, исключаящих повреждение тары. Допускается хранение отработанных ртутьсодержащих ламп в неповрежденной таре из-под новых люминесцентных ламп или в другой таре, обеспечивающей их сохранность при хранении, погрузо-разгрузочных работах и транспортировании.

На рис. 2 в качестве примера представлен внешний вид и технические характеристики специального инвентаря для проведения работ по утилизации отработанных люминесцентных ламп, который выпускается предприятием ООО «НПП «ЭКОТРОМ» и длительное время применяется в г. Москве для оснащения мест первичного сбора и размещения отработанных люминесцентных ламп.





Рис. 2. Комплект специального инвентаря для оснащения рабочих мест сбора и накопления ртутных ламп.

## 5. Порядок транспортирования отработанных люминесцентных ламп

Транспортирование отработанных люминесцентных ламп и иных РСО осуществляется в соответствии с требованиями следующих документов:

- Правила перевозки грузов автомобильным транспортом (утв. Постановлением Правительства РФ № 272 от 15 апреля 2011 г.);

- Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (утв. Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол от 05.04.1996 г. № 15, с изменениями и дополнениями от 23.11.2007 г., 30.05.2008 г., 22.05.2009 г.; в ред. протоколов от 14.05.2010 г., от 21.10.2010 г., от 29.10.2011 г., от 18.05.2012 г., от 17.10.2012 г., от 07.05.2013 г.).

- Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30 сентября 1957 г. (ДОПОГ), приложения А и В.

Транспортирование отработанных люминесцентных и других ртутных ламп осуществляется специальным транспортом, конструкция и условия эксплуатации которого должны исключать возможность аварийных ситуаций, потерь транспортируемого груза и загрязнения окружающей среды по пути следования и при проведении погрузочно-разгрузочных работ. В обязательном порядке должна быть предусмотрена возможность и установлена периодичность проведения демеркуризационных работ кузова транспортного средства. Принятие и перевозка отработанных ламп производятся при наличии паспорта опасного отхода. Количество перевозимых ламп определяется ограничениями, установленными в вышеназванных документах.

Для самостоятельного транспортирования неповрежденных отработанных ртутных ламп от мест накопления до первичного места их сбора и размещения допускается использование потребителем заводской (торговой) тары из-под ртутных ламп аналогичного размера или иной тары, которая обеспечит сохранность таких ламп при их

транспортировании. При транспортировании поврежденных отработанных ртутных ламп и их боя необходимо применять только комбинированную тару, которая состоит из металлической емкости с плотной крышкой с размещенным внутри тары полиэтиленовым мешком для химической продукции (ГОСТ 17811-78). Суммарное содержание ртути в общей партии транспортируемых ламп не должно превышать 1 кг.

## **6. Порядок размещения (хранение и захоронение), обезвреживания и использования отработанных люминесцентных ламп в специализированных организациях**

Размещение отработанных люминесцентных и других ртутных ламп не может осуществляться путем их захоронения.

Размещение отработанных ламп в целях их обезвреживания, последующей переработки и использования переработанной продукции осуществляется специализированными лицензированными организациями.

Хранение отработанных люминесцентных ламп производится в таре в специально выделенном для этой цели помещении, защищенном от химически агрессивных веществ, атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод, а также в местах, исключающих повреждение тары.

Допускается хранение отработанных люминесцентных ламп в неповрежденной таре из-под новых люминесцентных ламп или в другой таре, обеспечивающей их сохранность при хранении, погрузо-разгрузочных работах и транспортировании.

Не допускается совместное хранение в таре поврежденных и неповрежденных люминесцентных ламп.

Хранение поврежденных люминесцентных ламп осуществляется в комбинированной таре, исключающей ртутное загрязнение окружающей среды.

В местах сбора и размещения отработанных люминесцентных ламп специализированных организаций, (включая погрузочно-разгрузочные пункты и грузовые площадки транспортных средств), в которых может создаваться концентрация ртути, превышающая гигиенические нормативы, предусматривается установка автоматических атомно-абсорбционных газосигнализаторов на пары ртути. Установку и периодическое обслуживание таких газосигнализаторов должны осуществлять аккредитованные аналитические лаборатории.

Зоны возможного заражения парами ртути необходимо снабдить средствами индивидуальной защиты органов дыхания, доступными для свободного использования в аварийных ситуациях.

Обезвреживание и использование отработанных ртутных ламп производятся специализированными организациями, осуществляющими их переработку методами, обеспечивающими выполнение санитарно-гигиенических, экологических и иных требований

## **7. Оценка прогнозируемого объема и стоимости утилизации отработанных люминесцентных ламп**

Оценка прогнозируемого объема требующих утилизации ртутных энергосберегающих ламп выполняется с использованием расчетно-параметрического метода, который позволяет прогнозировать объем образования ламп с учетом их технических параметров, условий эксплуатации и временного ресурса использования. Учитывая опыт

оценки прогнозируемого количества и практической утилизации отработанных ртутных энергосберегающих ламп, принимаемых у населения г. Москвы, где действует около 2000 пунктов приема (мест накопления) ламп, предлагается использовать (несколько модернизированную) «Методику определения прогнозных объемов образования отработанных ртутьсодержащих люминесцентных и компактных люминесцентных ламп, образующихся в жилом секторе», приведенную в Приложении № 2 к Распоряжению Департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы от 13 марта 2012 г. № 05-14-101/2. Указанная методика в свое время была разработана специалистами ООО «НПП «ЭКОТРОМ».

При оценке прогнозируемого объема собираемых (у населения) на переработку ртутных ламп учитывается количество (объем) заменяемых в жилищном секторе ламп накаливания на энергосберегающие люминесцентные лампы.

Количество используемых ламп накаливания для проведения расчетов может быть определено на основании:

- данных инвентаризации;
- расчетным методом, используя в качестве исходных данных нормативы освещенности помещений жилищного сектора, установленные СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Алгоритм расчета количества отработанных ламп следующий:

1) Определяется требуемое количество ламп, необходимых для освещения помещения в соответствии с требованиями указанных выше СНиП: Количество ламп = Площадь помещения × Минимальная освещенность (СНиП 23-05-95) / Сила света одной лампы (Технические характеристики базовой лампы).

2) Определяется прогнозируемое количество выводимых из оборота ламп: Количество отработанных ламп = Количество ламп × Среднегодовое время работы лампы × Число дней в году для внутреннего освещения / Нормативный срок работы (горения) лампы.

В табл. 2 приведены формулы расчета, из которых следует, что количество отработанных ламп зависит в первую очередь от качества используемых для освещения люминесцентных ламп, которое определяется нормативным сроком горения лампы и временем работы источника света. Для современных энергосберегающих ламп нормативной срок (непрерывного) горения лежит в диапазоне от 6000 до 12000 час. Среднее время использования источника света (за сутки) для территории Российской Федерации принимается равным 5 часам.

### **7.1. Расчет прогнозируемого объёма выводимых из оборота ламп для региона (на примере Московской области)**

В расчете были использованы данные Росстата РФ за 2010 г. о размере жилищного фонда в Московской области, который составлял 205 млн. м<sup>2</sup>.

При расчете использовались следующие коэффициенты:

- время работы источника света, Ч = 5 час/сутки;
- число дней в году, С = 365 суток;
- практическое значение нормативного срока горения одного источника света для компактной лампы, Н = 6000 час.

В табл. 3 приведены исходные данные и результат расчет прогнозируемого объема образования отработанных ртутьсодержащих компактных люминесцентных ламп в жилищном секторе Московской области при полной замене ламп накаливания на энергосберегающие лампы.

Таблица 2

**Формулы расчета прогнозируемого объема отработанных ртутных ламп**

| Формулы   | Условные обозначения   |
|---|--|
| $O_{р.л.} = K_c \times \sum_{i=1}^{i=n} K_{р.л.}^i \times T_{р.л.}^i / H_{р.л.}^i$ <p>или</p> $O_{р.л.} = K_c \times \sum_{i=1}^{i=n} O_{р.л.}^i$ | $O_{р.л.}$ – суммарное количество образования отработанных источников света, шт./год;<br>$K_c$ – коэффициент, учитывающий сбор ламп с неповрежденным корпусом, доли от 1;<br>$K_{р.л.}^i$ – количество установленных источников света, $i$ - того типа, шт.;<br>$T_{р.л.}^i$ – фактическое время работы установленного источника света в расчетном году, час;<br>$H_{р.л.}^i$ – нормативный срок горения одного источника света $i$ - того типа, час;<br>$O_{р.л.}^i$ – количество образования отработанных источников света $i$ - того типа, шт./год; |
| $M_{р.л.} = \sum_{i=1}^{i=n} O_{р.л.}^i \times m_{р.л.}^i \times 10^{-6}$   | $M_{р.л.}$ – масса отработанных источников света, т/год;<br>$m_{р.л.}^i$ – масса источников света $i$ -того типа, граммы;  |
| $O_{р.л.}^i = K_{р.л.}^i \times T_{р.л.}^i / H_{р.л.}^i$  | $n$ – число типов установленных ртутьсодержащих источников света;<br>$10^{-6}$ – переводной коэффициент (граммы в тонны);  |
| $T_{р.л.}^i = \Psi^i_{р.л.} \times C$   | $C$ – число дней в году (для внутреннего освещения);<br>$C$ – число смен в году (для наружного освещения);<br>$\Psi^i_{р.л.}$ – время работы источника света, час/см или час/сутки   |

Таблица 3

**Исходные данные для расчета и прогнозируемое количество ежегодно выходящих из строя энергосберегающих люминесцентных ламп в жилищном секторе Московской области**

| № п/п | Наименование  | Ед. изм.          | Городской жилищный фонд | Сельский жилищный фонд |
|-------|---|-------------------|-------------------------|------------------------|
| 1     | Жилищный фонд   | м <sup>2</sup>    | 144 000 000             | 60 000 000             |
| 2     | Минимальная освещенность  | лм/м <sup>2</sup> | 100                     |                        |
| 3     | Световой поток усредненной компактной лампы   | лм                | 720                     |                        |
| 4     | Общая освещенность (п. 1. х п. 2.)  | лм                | 14 400 000 000          | 6 000 000 000          |
| 5     | Минимальное количество усредненных компактных ламп в жилых помещениях по СНиП 23-05-95 (п. 4 / п. 3.)   | шт.               | 20 000 000              | 8 300 000              |
| 6     | Количество образующихся отработанных ламп в год с учетом времени работы источника света (Т), числа дней в году (Д) и нормативного срока горения (Н) (п. 5. х Т х Д/Н) | шт.               | 6 083 333               | 2 524 583              |

Основываясь на экспертных оценках, предположим, что в настоящее время произведена замена ламп накаливания на энергосберегающие в городском жилом секторе на 25%, а в сельском жилом секторе на 10%. Таким образом, прогнозируемый текущий (реальный, современный) объем отработанных люминесцентных ламп в Московской области составит:

- городской жилищный фонд – 1 520 833 шт.;
- сельский жилищный фонд – 252 458 шт.

Затраты, связанные с организацией и проведением работ по утилизации прогнозируемого объема отработанных компактных люминесцентных ламп в жилищном секторе в рамках бюджетного финансирования органами местного самоуправления, включают:

- затраты, связанные с оснащением мест первичного сбора и накопления отработанных ламп, которые определяются количеством мест, организованных в соответствии с принятой региональной схемой обращения отходов потребления, и стоимостью специального инвентаря, используемого для их комплектации;

- затраты, связанные со сбором, транспортированием и обезвреживанием прогнозируемого объема отработанных ламп, которые определяются среднестатистической стоимостью утилизации 1 (одной) лампы по региону, включающей затраты на вывоз и утилизацию.

## 7.2. Расчет прогнозируемого объема и стоимости селективного сбора выводимых из оборота люминесцентных ламп (пример для управляющей компании)

В качестве примера для управляющих компаний рассмотрим подходы к оценке стоимости организации сбора и утилизации отработанных ламп, принимаемых от жителей многоквартирного жилого 9-этажного, 6-подъездного дома серии П-4. Дома этой серии находятся в эксплуатации у ДЭЗ и управляющих компаний г. Москвы. Размер жилой площади в указанном доме составляет 12582 м<sup>2</sup>; количество квартир – 200.

В табл. 4 приведен расчет годовых затрат управляющей компании на сбор и обезвреживание отработанных энергосберегающих ламп принимаемых от жителей дома при 100% замене ламп накаливания.

Таблица 4

### Расчет годовых затрат управляющей компании на селективный сбор и обезвреживание отработанных люминесцентных ламп при 100%-ной замене ламп накаливания

| № п/п | Наименование  | Ед. изм.          | Жилая площадь |
|-------|---|-------------------|---------------|
| 1     | Жилищный фонд   | м <sup>2</sup>    | 12582         |
| 2     | Минимальная освещенность (согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»)  | лм/м <sup>2</sup> | 100           |
| 3     | Световой поток усредненной компактной лампы (эквивалент лампы накаливания в 60 вт)  | лм                | 720           |
| 4     | Общая освещенность (п. 1 х п. 2)  | лм                | 1258200       |
| 5     | Минимальное количество усредненных компактных ламп в жилых помещениях по СНиП 23-05-95 (п. 4 / п. 3)  | шт.               | 1747          |
| 6     | Количество образующихся отработанных ламп в год с учетом время работы источника света (Т = 5 часов), числа дней в году (Д = 365) нормативного срока горения (Н = 8000 часов) (п. 5 х Т х Д/Н) | шт.               | 531           |
| 7     | Стоимость вывоза и обезвреживания (средневзвешенная цена услуги «вывоз и обезвреживание» 1 (одной) отработанной энергосберегающей лампы в г. Москве составляет 11 руб.)                       | руб.              | 5841,00       |

При 25%-ной замене ламп накаливания на КЛЛ годовая стоимость вывоза и обезвреживания последних составит 1094 руб. Расходы на оснащение места накопления от-

работанных энергосберегающих ламп (цены по Прейскуранту ООО «НПП «ЭКОТ-РОМ») составят 4661 руб., в том числе:

- тара с чехлом для ртутьсодержащих ламп – 2655 руб.;
- демеркуризационный комплект № 1 – 2006 руб.

Доля годовых затрат на работы, связанные с вывозом и утилизацией отработанных люминесцентных ламп, составят около 6 руб. на одну квартиру дома серии П-4.

Оплата работы лиц, назначенных ответственными за сбор и утилизацию отработанных ламп, определяется органами местного самоуправления и управляющими компаниями конкретного региона.

С вступлением в действие статей Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и другие законодательные акты Российской Федерации в части экономического стимулирования в области обращения с отходами» с 2016 г. затраты органов местного самоуправления и управляющих компаний многоквартирными домами на проведение работ по утилизации отработанных ртутных ламп будут компенсироваться субсидиями из Государственного фонда обращения с отходами потребления.

#### **8. Проведение работ по устранению ртутного загрязнения, возникающего в местах первичного сбора при разрушении люминесцентных ламп**

Устранение ртутного загрязнения, возникающего при разрушении одной или двух люминесцентных ламп в месте первичного сбора и размещения, может быть выполнено потребителями ламп самостоятельно с помощью демеркуризационного комплекта, включающего в себя необходимые препараты (вещества) и материалы, не требующие специальных мер безопасности при их использовании. В случае возникновения аварийной ситуации у потребителя ртутных ламп в месте их первичного сбора и накопления, связанной с одновременным разрушением большого количества ламп, соответствующее помещение должно быть покинуто людьми, должен быть организован вызов специализированной организации для проведения комплекса демеркуризационных мероприятий по устранению ртутного загрязнения.

Работы по устранению локального ртутного загрязнения с помощью демеркуризационного комплекта производятся персоналом, назначенным приказом руководителя предприятия и ознакомленным с инструкцией по применению демеркуризационного комплекта. К работе по устранению ртутного загрязнения допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста.

Для предотвращения распространения ртути в другие помещения необходимо исключить доступ на загрязненный участок людей, не занятых в демеркуризационных работах. При использовании демеркуризационного комплекта для ликвидации ртутных загрязнений работу необходимо проводить (согласно инструкции по применению демеркуризационного комплекта) в следующей последовательности [10]:

- сразу же после разрушения люминесцентной лампы необходимо произвести естественное проветривание помещения;
- предварительно, надев резиновые перчатки (содержатся в демеркуризационном комплекте), провести механическую очистку поверхности: собрать осколки лампы при помощи жесткой бумаги и поместить их в полимерный пакет;
- провести химическую обработку поверхности демеркуризационным препаратом (технология процесса изложена в Инструкции, прилагаемой к демеркуризационному комплекту);

- провести отмывку поверхности (удаление продуктов демеркуризации), которая осуществляется с помощью моющего средства;
- после выполнения работ необходимо собрать все использованные материалы (салфетки, губки, перчатки и т. д.) и отходы, поместить их в полимерный пакет для последующего размещения на полигон ТБО (как отходы 4 класса опасности.)

## Литература

1. Альперт В.А. Двадцатилетний летний опыт производства и эксплуатации вакуумного термодемеркуризационного оборудования УРЛ-2 // Светотехника, 2010, № 3, с. 40–42.
2. Альперт В.А., Макаrenchенко Г.В., Тимошин В.Н., Янин Е.П. Обращение с отработанными ртутными лампами: ловушки для дилетантов // Экология производства, 2011, № 10, с. 48–53.
3. Бессонов В.В., Янин Е.П. Эмиссия ртути в окружающую среду при производстве газоразрядных ламп в России. М.: ИМГРЭ, 2004. 59 с.
4. Косорукова Н.В., Макаrenchенко Г.В., Тимошин В.Н., Тиняков К.М., Янин Е.П. Оценка эффективности практического применения различных демеркуризационных препаратов // Экономика природопользования, 2012, № 4, с. 44–51.
5. Косорукова Н.В., Тимошин В.Н., Янин Е.П. Демеркуризация объектов городской среды (проблемы, способы, утилизация отходов) // 4-й Междунар. конгресс по управлению отходами. ВэйстТэк-2005. Сб. докл. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКОинтернэшнл, 2005, с. 173–174.
6. Косорукова Н.В., Янин Е.П. Утилизация отходов ртутьсодержащих изделий: состояние и проблемы // Светотехника, 2002, № 3, с. 25–29.
7. Косорукова Н.В., Янин Е.П. Проблемы и способы демеркуризации городских помещений // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 2006, № 1, с. 2–23.
8. Макаrenchенко Г.В., Косорукова Н.В., Волох А.А. Демеркуризация объектов городской среды // Эколого-геохимические проблемы ртути. М.: ИМГРЭ, 2000, с. 153–160.
9. Макаrenchенко Г.В., Тимошин В.Н., Тиняков К.М., Янин Е.П. «Экотром-2У» – новый технологический мини-комплекс по обезвреживанию и утилизации люминесцентных ламп // Экологические системы и приборы, 2012, № 7, с. 8–12.
10. Средство для устранения ртутных загрязнений «Антиртуть» // <http://www.ecotrom.ru/anti.html>.
11. Тимошин В.Н., Кочуров А.В. Утилизация энергосберегающих ртутьсодержащих ламп // Экология производства, 2010, № 5, с. 49–51.
12. Тимошин В.Н., Макаrenchенко Г.В. Установка «ЭКОТРОМ-2» – эффективное решение проблем утилизации ртутных ламп // Экологические системы и приборы, 2006, № 3, с. 16–19.
13. Тимошин В.Н., Тиняков К.М., Макаrenchенко Г.В., Кочуров А.В. Демеркуризационное оборудование для переработки ртутьсодержащих ламп // Твердые бытовые отходы, 2011, № 8, с. 34–36.
14. Тимошин В.Н., Тиняков К.М., Макаrenchенко Г.В., Кочуров А.В., Янин Е.П. Пневмовибрационные способы утилизации энергосберегающих люминесцентных ламп // Экономика природопользования, 2011, № 6, с. 67–71.
15. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. М.: ИМГРЭ, 1992. 169 с.

16. Янин Е.П. Электротехническая промышленность и окружающая среда (эколого-геохимические аспекты). М.: МГУ-Диалог, 1998. 281 с.
17. Янин Е.П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды. М.: ИМГРЭ, 2005. 28 с.
18. Янин Е.П. Система обращения с отработанными ртутными лампами в городе Москве // Ресурсосберегающие технологии, 2009, № 5, с. 3–7.
19. Янин Е.П. Базельская конвенция и ее роль в решении проблем ртутного загрязнения // Правовые вопросы охраны окружающей среды, 2010, № 9, с. 44–49.
20. Янин Е.П. Состояние и проблемы утилизации ртутных ламп в России // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2010, № 2, с. 25–84.
21. Янин Е.П. Основные мероприятия и программа по ртути ЮНЕП // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2011, № 5, с. 9–15.
22. Янин Е.П. Эмиссия ртути из разбитых люминесцентных ламп и ликвидация локального ртутного загрязнения // <http://www.nparso.ru/ru/2012-06-27-13-11-27/2012-07-05-11-22-47.html>.
23. Янин Е.П. Ассоциация НП «АРСО»: решение проблем ртутного загрязнения // ЭкоПрогресс, 2013, № 10, с. 44–45.
24. Янин Е.П. О необходимости отдельного сбора и утилизации использованных люминесцентных ламп // Экологический вестник России, 2014, № 2, с. 20–23.
25. Янин Е.П. Особенности обращения с ртутьсодержащими отходами в зарубежных странах // Экологическая экспертиза, 2014, № 1, с. 16–77.
26. Aucott M., McLinden M., Winka M. Release of mercury from broken fluorescent bulbs // J. Air and Waste Manag. Assoc. 2003, v. 53, № 2, p. 143–151.
27. Dang T.A., Frisk T.A., Grossman M.W., Peters C.H. Identification of mercury reaction sites in fluorescent lamps // J. Electrochem. Soc., 1999, v. 146, № 10, p. 3896–3902.
28. Doughty D.A., Wilson R.H., Thaler E.G. Mercury-glass interaction in fluorescent lamps // J. Electrochem. Soc., 1995, v. 142, № 10, p. 3542–5351.
29. Hall F.D., Kominsky J.R. Model to Predict Airborne Concentrations of Mercury from Broken Compact Fluorescent Lights // [http://www.eqm.com/eq/publications/FHall\\_CFL\\_Hg\\_Extended\\_Abstract\\_AWMA\\_2010.pdf](http://www.eqm.com/eq/publications/FHall_CFL_Hg_Extended_Abstract_AWMA_2010.pdf).
30. Johnson N.C., Manchester S., Sarin L., Gao Y., Kulaots I., Hurt R.H. Mercury vapor release from broken compact fluorescent lamps and in situ capture by new nanomaterial sorbents // Environ. Sci. Technology, 2008, v. 42, p. 5772–5778.
31. Raposo C., Windmüller C.C., Durão Junior W.A. Mercury speciation in fluorescent lamps by thermal release analysis // Waste Manag., 2003, v. 23, p. 879–886.