

**Бессонов В.В. Опыт работы малого предприятия в сфере утилизации люминесцентных ламп и других ртутьсодержащих отходов потребления // Ресурсосберегающие технологии, 2007, № 4, с. 3-17.**

Введение

Ртутные лампы используются для освещения улиц, жилых, общественных и промышленных помещений, местного освещения, в медицинских и оздоровительных целях, в прожекторных установках, светокопировальных аппаратах, на сельскохозяйственных объектах и т. д. Массовое применение ртутных ламп во многом обусловлено их высокой световой отдачей, большим сроком службы и возможностью получения разнообразных спектров излучения. В развитых странах ртутные лампы обеспечивают от 50 до 80% световой энергии, генерируемой искусственными источниками света [3].

Вышедшие из строя (отработанные) люминесцентные и другие ртутные лампы включены в «Федеральный классификационный каталог отходов» как отходы потребления, обладающие 1-м классом опасности для окружающей среды, которые подлежат обязательному сбору и последующему обезвреживанию (переработке). Согласно Федеральному закону РФ «Об отходах производства и потребления», юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность в области обращения с отходами, обязаны вести в установленном порядке учет образовавшихся, использованных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов. Неисполнение или ненадлежащее исполнение существующего порядка в области обращения с отходами должностными лицами и гражданами влечет за собой дисциплинарную, административную, уголовную или гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В целях обеспечения охраны окружающей среды, уменьшения количества отходов применительно к индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, осуществляющим деятельность в области обращения с отходами, устанавливаются нормативы образования отходов и лимиты на их размещение [11]. Норматив образования отходов определяет установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции. Лимиты на размещение отходов, разрабатываемые в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую природную среду, количеством, видом и классами опасности образующихся отходов и площадью (объемом) объекта их размещения, устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается раз-

мещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки данной территории. Постановление Правительства РФ № 461 от 16.06.2000 г. «О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» регламентирует требования к установлению лимитов на размещение отходов, в том числе порядок предоставления документации, обосновывающей лимиты на размещение, а также установление нормативов образования отходов производства и потребления. Периодичность вывоза отходов на утилизацию устанавливается при разработке проекта нормативов их образования и лимитов размещения (но не реже одного раза в год). В соответствии с существующим законодательством все виды отработанных ртутных ламп (а также вышедшие из строя другие ртутьсодержащие приборы и изделия) в обязательном порядке подлежат лимитированию, сбору и обезвреживанию. В первую очередь это обусловлено тем, что ртуть, содержащаяся в данных изделиях, является токсичным загрязняющим веществом [6, 8].

Во многих районах России сбор и переработка вышедших из строя ртутных ламп и других ртутьсодержащих отходов потребления развиты очень слабо. В существенной мере такая ситуация обусловлено, прежде всего, отсутствием [4, 5, 14]: а) учета ежегодного использования ртутных ламп; б) системы селективного сбора отслуживших свой срок ламп, в) специализированных предприятий по их переработке и соответствующих специалистов, г) просветительской работы среди населения и среди работников администраций и санитарно-экологических служб.

Опыт некоторых регионов России свидетельствует о том, что для решения проблемы образующихся ртутьсодержащих отходов потребления необходимо, прежде всего, создание специализированной селективной системы сбора. Важнейшим условием для создания подобной системы является наличие демеркуризационных предприятий, имеющих опыт, оборудование, специалистов и лицензии на право обращения с опасными отходами. В Северо-Западном федеральном округе России таким предприятием является ООО «Экологическое предприятие «Меркурий» (г. Санкт-Петербург), основная деятельность которого связана с переработкой отслуживших свой срок ртутных ламп.

#### Общая характеристика предприятия

ООО «Экологическое предприятие «Меркурий» (ООО «ЭП «Меркурий») создано на базе демеркуризационной службы ГУП «Санкт-Петербургский метрополитен», функционирующей с 1991 г. [2]. ООО «ЭП «Меркурий» осуществляет свою деятельность в соответствии с Уставом Общества, зарегистрированного 22 декабря 1999 г. под № 101742 в Регистрации

онной палате г. Санкт-Петербурга. Предприятие расположено в г. Санкт-Петербурге, в Невском районе города, на его юго-восточной окраине, недалеко от станции «Рыбацкое» Санкт-Петербургского метрополитена.

Площадь занимаемых ООО «ЭП «Меркурий» производственных помещений составляет 201 м<sup>2</sup>, площадь прилегающего земельного участка – 164,1 м<sup>2</sup>. Размер санитарно-защитной зоны – 300 м, расстояние до ближайшей жилой зоны (от границы территории предприятия) – 800 м. Водоснабжение и теплоснабжение производственной площадки предприятия осуществляется от водопроводных и тепловых сетей электродепо «Невское» ГУП «Санкт-Петербургский метрополитен». Производственная площадка, на территории которой располагается ООО «ЭП «Меркурий», канализована. Общая численность постоянных работников ООО «ЭП «Меркурий» составляет 30 чел. Основными структурными подразделениями предприятия являются участок демеркуризации и вспомогательное производство (газоочистительная установка, ртутная ловушка с малогабаритной установкой для очистки сточных вод, складские помещения, хозяйственная служба промплощадки).

ООО «ЭП «Меркурий» осуществляет:

- переработку использованных (отслуживших свой срок, отработанных) ртутных ламп низкого давления (люминесцентных трубчатых ламп);
- переработку ртутных ламп высокого и сверхвысокого давления (типа ДРЛ, ДНаТ, бактерицидных и т. д.);
- утилизацию ртутных вентилях (игнитронов и т. п.);
- утилизацию ртутных термометров (медицинских, технических, специальных и т. п.);
- сбор, упаковку и транспортировку некондиционной (черновой, отработанной) металлической ртути;
- сбор, упаковку и транспортировку манометров, барометров и других видов ртутьсодержащих отходов потребления;
- обследование помещений и территорий с целью выявления ртутного загрязнения (ртутометрический мониторинг);
- химическую демеркуризацию загрязненных ртутью помещений;
- ликвидацию разливов металлической ртути;
- радиационный (радоновый) мониторинг помещений;
- транспортировка ртутьсодержащих отходов потребления к местам переработки;
- утилизацию электролита кислотных аккумуляторов;
- научно-прикладные исследования в области изучения особенностей ртутного загрязнения окружающей среды;
- опытно-конструкторские работы в сфере утилизации ртутьсодержащих отходов и рационального использования получаемых промпродуктов и отходов переработки.

ООО «ЭП «Меркурий» имеет аккредитованную химико-аналитическую (ртутьметрическую) лабораторию.

Ведущие специалисты предприятия имеют свидетельства о профессиональной подготовке в сфере обращения с опасными отходами.

В последние годы ООО «ЭП «Меркурий» ежегодно перерабатывает более 2 млн. ртутных ламп. Потенциальная мощность предприятия – 7 млн. ртутных ламп/год.

В настоящее время ООО «ЭП «Меркурий» обеспечивает утилизацию отработанных люминесцентных и других ртутных ламп ГУП «Санкт-Петербургский метрополитен», всех подразделений Октябрьской железной дороги, многих крупных предприятий и организаций (школ, детских учреждений, поликлиник, учебных заведений) Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга. Кроме того, на предприятие поступают ртутные лампы и другие ртутьсодержащие приборы, устройства и изделия из соседних регионов России (из Псковской, Новгородской и Тверской областей, Республики Карелия и некоторых других).

В 2003 г. ООО «ЭП «Меркурий» принимало на переработку ртутные лампы от 683 предприятий и организаций, в 2004 г. – от 1506 организаций и предприятий (табл. 1).

Таблица 1. Номенклатура и количество ртутьсодержащих отходов, поступивших в ООО «ЭП «Меркурий» в 2003-2004 гг.

Отходы	2003 г.	2004 г.
Люминесцентные лампы *	1287462 шт.	1924337 шт.
Ртутные лампы высокого и сверхвысокого давления *	70318 шт.	74821 шт.
Ртутные термометры *	1329 шт.	4 487 шт.
Ртутные вентили (игнитроны и др.) **	109 шт.	39 шт.
Ртутные манометры и другие приборы **	391 шт.	51 шт.
Ртутные гальванические элементы **	555 шт.	227 шт.
Ртуть металлическая (черновая) **	91,69 кг	54,77 кг

\* Переработано в ООО «ЭП «Меркурий».

\*\* Отправлено на переработку и утилизацию на другие предприятия, имеющих соответствующие лицензии (в ЗАО «НПП «Кубаньцветмет», ООО «Мерком» и др.).

В последние несколько лет ООО «ЭП «Меркурий» ликвидировало несанкционированные свалки и несанкционированные места хранения ртутных ламп в лесозащитных полосах целого ряда регионов Северо-Западного федерального округа России, в том числе, несанкционированную свалку люминесцентных ламп (около 4,5 млн. шт.), расположенную в Всеволожском районе Ленинградской области.

ООО «ЭП «Меркурий» осуществляет свою деятельность в соответствии с имеющимися планами маркетинга и развития. Особое внимание уделяется формированию региональной (в пределах Северо-западного федерально-

го округа России) системы сбора, хранения, транспортировки и утилизации отработанных ртутных ламп и некоторых других видов ртутьсодержащих отходов. В частности, в Псковской области и в Карелии у предприятия имеются филиалы (пункты сбора ламп и их подготовки для транспортировки к месту переработки).

В ООО «ЭП «Меркурий» осуществляется программа производственного экологического контроля. На основные виды производственных процессов и эксплуатацию технологического оборудования есть технологические инструкции; действуют должностные инструкции по обращению с отходами и инструкции по охране труда. Регулярно проводятся медицинские обследования сотрудников.

#### Правовое регулирование деятельности предприятия

Экспертная комиссия Государственной экологической экспертизы, организованная Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору России, ознакомившись в феврале-марте 2005 г. с деятельностью ООО «ЭП «Меркурий», пришла к выводу, что указанное предприятие располагает необходимой материально-технической базой и квалифицированным персоналом, что позволяет ему производить подлежащую лицензированию деятельность по обращению с опасными отходами с соблюдением требований существующего природоохранного законодательства, санитарно-эпидемиологических, гигиенических и противопожарных норм и правил.

Деятельность ООО «ЭП «Меркурий» в сфере обращения с ртутьсодержащими и другими отходами потребления и производства осуществляется с соблюдением условий и требований федеральных и региональных законодательных и иных нормативных правовых актов, основными из которых являются [11]:

- Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»;
- Положение о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами (утв. постановлением Правительства РФ № 340 от 23.05.2002 в ред. постановления Правительства РФ № 731 от 03.10.2002);
- приказ МПР РФ № 451 от 18.07.2002 «О лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами»;
- ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения;
- ПОТ-РМ-001-93. Правила по охране труда при работе с ртутью;
- ПОТ РМ-009-99. Межотраслевые правила по охране труда при производстве и применении ртути;

- СП 4607-88. Санитарные правила при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением;

- СанПиН 2.1.7.1322-03. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.

Деятельность предприятия со стороны федеральных, региональных и местных органов власти регулируется следующими основными документами:

- Лицензия на деятельность по обращению с опасными отходами, выданная Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ;

- Лицензия ГУПР по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области на осуществление деятельности по обращению с опасными отходами;

- Лицензия Ленкомэкологии на осуществление деятельности по утилизации, складированию и перемещению люминесцентных источников света и ртутьсодержащих отходов;

- Заключение экспертной комиссии Государственной экологической экспертизы (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 127 от 04.03.2005);

- Экологический сертификат соответствия, выданный Международным центром экологической сертификации «ЭКОСТАНДАРТ» Системы обязательной сертификации по экологическим требованиям МПР РФ;

- Заключение Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Санкт-Петербурге;

- Санитарно-эпидемиологическое заключение Центра госсанэпиднадзора по Петербургскому метрополитену;

- Годовые лимиты на размещение отходов;

- Санитарный паспорт на специально предназначенное транспортное средство для перевозки отходов 1-го класса опасности.

#### Характеристика технологии и используемого оборудования

Материально-техническую базу ООО «ЭП «Меркурий» составляют две демеркуризационные установки – УДЛ-100 (перерабатываются все виды ртутных ламп) и «Экотром-2» (перерабатываются трубчатые люминесцентные лампы), камера демеркуризации одежды, 5 систем вентиляции, 6 улавливающих фильтров, кран-балка грузоподъемностью 1 т, электроталь, контейнеры для сбора, хранения и транспортировки ртутных ламп, ртутьсодержащих и других видов отходов, газо-ртутные анализаторы, радиометры, блок выделения ртути, вытяжной шкаф и др.

### *Термическая установка УДЛ-100*

Термический метод демеркуризации ртутных ламп основан на возгонке ртути из смеси стеклянного и металлического лома с последующим улавливанием и конденсацией ее паров и получением так называемой ступпы [1, 7, 12]. Данная технология была разработана ВНИИ Ресурсосбережений в 1986 г. по заказу Главснаба СССР для применения в крупных промышленных городах. Весь процесс переработки ламп протекает в едином контуре сухой возгонки без контакта с атмосферным воздухом и водой.

Производительность термической установки УДЛ-100 составляет до 700 тыс. ламп в год. Все оборудование расположено на металлоконструкциях, выполненных в противортутном исполнении. Демеркуризационная установка УДЛ-100 в процессе работы находится под разрежением (не менее 49,03 Па), которое создается на всех этапах переработки ртутных ламп струйными насосами, подключенными к компрессору. В редукторах демеркуризационной установки УДЛ-100 используется пластическая смазка «Трансол-100», которая не требует периодической замены.

Технологический процесс переработки (демеркуризации) ламп на установке УДЛ-100 включает следующие операции (рис. 1): дробление отработанных ЛИС; термообработка стеклобоя ламп; фильтрация технологических газов, дожигание органических соединений; конденсация основной части ртути из технологических газов; адсорбция содержащихся в технологических газах остаточных паров ртути.

Отработанные лампы поступают на предприятие в картонных коробках заводского изготовления. На специальной площадке в помещении участка демеркуризации лампы из коробок перекалываются в специальный металлический контейнер, в котором они доставляются к металлическому столу с бортиками для сортировки по размерам. Освобождающиеся картонные коробки направляются в особое помещение для временного хранения. Отработанные лампы, поступающие на установку, вручную укладываются в бункер дробилки. После того, как бункер закрывается, создается разрежение, и лампы поштучно подаются дозирующим устройством в дробилку ножевого типа. Далее раздробленные лампы (смесь стеклобоя и металлического лома) направляют на обогреваемый винтовой транспортер, на термообработку на рабочий стол печи установки. Нагревание стеклобоя (до 500-530°C) производится с помощью нагревателей сопротивления, расположенных по боковым стенкам и дну печи демеркуризационной установки. За время прохождения стеклобоя по транспортеру печи ртуть переходит в газообразное состояние и уносится потоком технологических газов в фильтр дожигателя. Затем стеклобой выгружается в металлическую емкость (объемом 0,2 м<sup>3</sup>) и направляется для складирования в накопительный металлический контейнер.

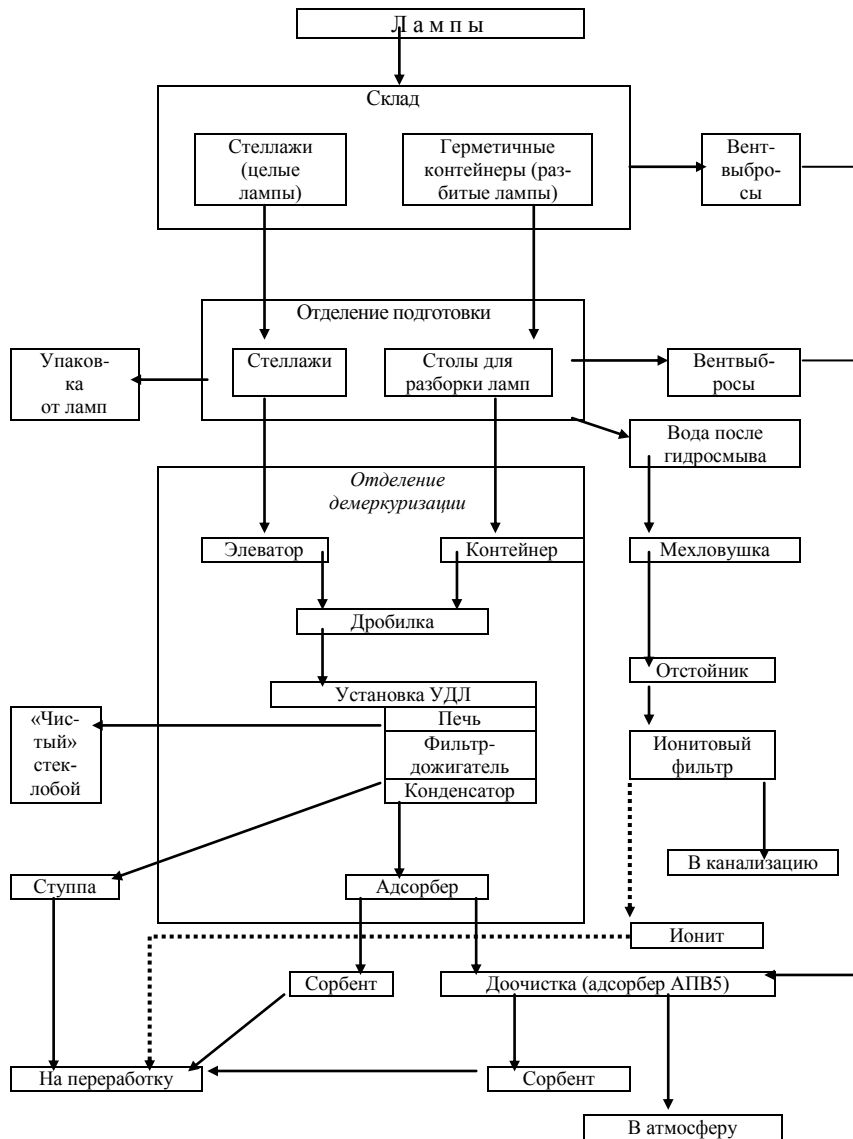


Рис. 1. Схема переработки ртутных ламп на установки УДЛ-100.

Из печи технологический газ поступает в фильтр-дожигатель, конструкция которого обеспечивает отделение люминофора (благодаря фильтрации газа через рукавный фильтр в корпусе дожигателя) и дожигание органических соединений (цокольной мастики, изоляционных прокладок ламп), находящихся в газовой фазе, до углекислого газа при температуре 800°C.



Люминофор возвращается в печь на термообработку. Фильтр-дожигатель, изготовленный из нержавеющей стали, имеет следующие параметры: площадь – 0,21 м<sup>2</sup>, толщина – 0,003 м, удельный вес – 7,8 т/м<sup>3</sup>. Замена фильтр-дожигателя производится один раз в 5 лет. Отработанный рукавный фильтр складывается в металлический контейнер.

Технологический газ, содержащий пары ртути поступает в конденсатор, где производят его охлаждение до 35-40°С, в результате чего основная часть ртути конденсируется (образуется так называемая ртутная ступпа, содержащая ртуть и примесь продуктов уноса). Ртутная ступпа герметично упаковывается в пластиковые пакеты объемом 0,001 м<sup>3</sup>, которые складываются в закрытом металлическом контейнере. Для охлаждения технологических газов используется водопроводная вода, пропускаемая через стенки конденсатора.

Охлаждающая вода находится в замкнутом оборотном цикле и не имеет непосредственного контакта с соединениями ртути. Нагретая вода используется для влажной уборки производственных помещений. Для поглощения паров ртути, оставшихся в газовой среде после конденсации, технологические газы пропускают через слой сорбента УПР-М (углеродистый поглотитель ртути, ТУ 63-070-ОП-71-89; масса сорбента составляет 28 кг). Отработанный сорбент, заменяемый два раза в месяц, собирают в пластиковые мешки объемом 0,2 м<sup>3</sup>, которые затем помещают в металлический контейнер.

*Вибропневматическая технология переработки ламп  
(установка «Экотром-2»)*

Вибропневматическая демеркуризационная установка «Экотром-2» состоит из двух основных блоков (рис. 2 табл. 2) [10, 13]:

- 1) устройства разделения ламп (оно включает узел загрузки, пневмовибрационный сепаратор с дробилкой, циклон);
- 2) многоступенчатой системы очистки отходящих газов, включающей рукавный фильтр, адсорберы, газодувку с компрессором (рис. 3).

Технологический процесс переработки ламп на установке «Экотром-2» включает следующие операции:

- загрузка ламп в приемный шлюз установки;
- дробление ламп с разделением люминофора, стекла и цоколей;
- очистка технологических газов с отделением ртутьсодержащего люминофора;
- адсорбция содержащихся в технологических газах остаточных количеств ртути.

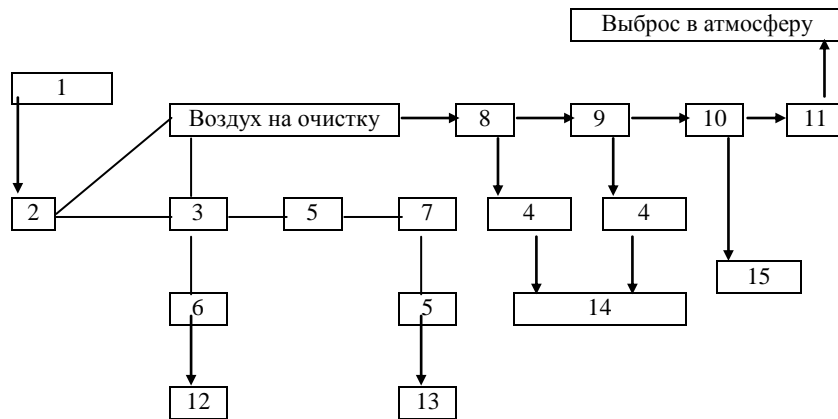


Рис. 2. Общая схема переработки ламп на установке «Экотром-2».

1 – узел загрузки ламп, 2 – механизм измельчения ламп, 3 – пневмо-вибрационный сепаратор, 4 – сборник люминофора, 5 – сборник цоколей, 6 – сборник стеклобоя, 7 – демеркуризационно-отжиговая шахтная печь, 8 – циклон, 9 – рукавный фильтр, 10 – адсорбер, 11 – газодувка (компрессор), 12 – стеклобой (на утилизацию), 13 – цоколи (на утилизацию), 14 – ртутьсодержащий люминофор (на переработку), 15 – ртутьсодержащий сорбент (на переработку)

Таблица 2. Основные характеристики установки «Экотром-2» \*

Наименование	Показатели
Производительность	
Утилизируемые лампы	1200 шт./час
Стеклобоя (стеклобой)	250-280 кг/час
Ртутьсодержащий люминофор	15-18 кг/час
Металлические цоколи	4-5 кг/час
Энергопотребление	
Общее потребление электроэнергии	11 кВт/час
в том числе:	
Газодувка	7,5 кВт/час
Дробилка	2 кВт/час
Вибратор	1,1 кВт/час
Прочие	0,4 кВт/час
Расход основных материалов	
Сжатый воздух (для продувки рукавных фильтров)	0,3 м <sup>3</sup> /час
Сорбент (для загрузки адсорберов)	0,258 т/год
Вода (для санитарной обработки помещений и оборудования)	20 л/смена

\* Типичные для стандартного режима работы.

Лампы, поступающие на предприятие, направляются в узел загрузки. Затем они через ускорительную трубку за счет существующего в установке

высокого разряжения непрерывно подаются в сепаратор, где измельчаются до крупности стекла менее 15 мм. Цоколи отделяются от стекла на вибрирующей решетке и поступают в специальный сборник. Отделение от стекла люминофора, основного концентратора ртути в отработанных люминесцентных лампах, производится за счет его выдувания в противоточно движущейся системе «стеклобой-воздух» в условиях вибрации. Очищенный от люминофора стеклобой поступает в бункер-накопитель.

Основная масса люминофора (не менее 95%) улавливается в циклоне и аккумулируется в емкостях. Не уловленный в циклоне люминофор осаждается в приемнике рукавного фильтра и затем упаковывается в такие же емкости. Компрессор создает в установке разряжение (от 5-8 КПа в зоне загрузки ламп до 19-23 КПа перед газодувкой), что практически исключает вероятность пылегазовых выбросов в производственное помещение.

Как уже сказано выше, установка оборудована последовательной системой очистки пылегазовых выбросов: циклон (эффективность очистки не менее 95%), рукавные фильтры (99,96%), рабочий адсорбер (масса сорбента составляет 86 кг; он заменяется три раза в год); далее воздух поступает на санитарно-цеховой адсорбер (масса сорбента 1000 кг; он заменяется один раз в три года), что позволяет практически полностью улавливать пыль люминофора и снизить содержание ртути в отходящих газах до уровня существенно менее  $0,0001 \text{ мг/м}^3$ . В качестве сорбента используется поглотитель ртути УПР-М (масса сорбента составляет 86 кг), который периодически (3 раза в год) заменяется. Отработанный сорбент собирается в герметичные пластиковые мешки, которые размещаются в специальном (металлическом) контейнере.

#### *Материальный баланс технологических процессов переработки ламп*

В табл. 3 приведены сведения об относительном содержании ртути в различных ртутьсодержащих отходах потребления (использованных изделиях, приборах и устройствах), поступающих в ООО «ЭП «Меркурий». В табл. 4 приводятся данные, характеризующие общий материальный (ртутный) баланс при переработке ртутных ламп в ООО «ЭП «Меркурий».

Контроль содержания ртути в воздухе (рабочей зоны и санитарно-защитной зоны) осуществляется собственной аналитической лабораторией и лабораторией ГУП «Санкт-Петербургский метрополитен»; анализ сточных вод – испытательной лабораторией микроклимата электротехнической службы ГУП «Санкт-Петербургский метрополитен»; анализ ртутьсодержащих отходов – ГУП «ВНИИ им. Д.И. Менделеева».

Таблица 3. Относительное содержание ртути в различных отходах потребления, %

Виды отходов	Содержание ртути, % по массе
Ртутные (люминесцентные) лампы низкого давления	не более 0,15
Ртутные лампы высокого давления (типа ДРЛ и ДНаТ)	0,01-0,03
Ртутно-кварцевые лампы высокого и сверхвысокого давления	0,1-0,05
Ртутные технические термометры	5-10
Ртутный медицинский термометр	15-20
Ртутные электроконтактные термометры и терморегуляторы	7-10
Тонотометры медицинские	10
Состав для приготовления серебряной зубной амальгамы	50
Ртутные переключатели	50
Ртутные нормальные гальванические элементы	30-35
Ртутные и ртутьсодержащие гальванические элементы	1-20
Игнитроны цельнометаллические с ртутным катодом	10-15

Таблица 4. Общая схема материального баланса переработки ламп

Ртутные лампы, поступающие на переработку			Выход материалов в продукцию		
Установка	Количество ламп, шт.	Масса Hg, кг	Наименование	Общая масса, т	Масса Hg, кг
УДЛ-100	660000	66,6	Ступпа	0,092	66,6
«Экоторм-2»	1340000	80,4	Люминофор	22,79	77,160
			Стеклобой	637,58	не более 1,338
			Цоколи	14	0,029
Итого	2000000	147		674,462	145,127

Продолжение табл. 4

Отходы, образовавшиеся в ходе технологических процессов						Безвозвратные потери ртути, кг
Отходы от вентиляционных систем			Отходы от сооружений по очистке стоков			
Наименование	Общая масса, т	Масса Hg, кг	Наименование	Общая масса, т	Масса Hg, кг	
Сорбент	1,920	0,861	Осадки	0,033	не более 1	не более 0,012

Окончание табл. 4

Промпродукты и отходы, направляемые на переработку			Отходы, сдаваемые на утилизацию		
Наименование	Общая масса, т	Ртуть, кг	Наименование	Общая масса, т	Ртуть, кг
Ступпа	0,092	66,6	Стеклобой	637,58	не более 1,338
Люминофор	22,79	77,160			
Сорбент	1,920	0,861	Цоколи	14	0,029
Осадки	0,033	не более 1			
Итого	24,835	145,621		651,58	1,367

В соответствии с разработанным графиком производственного экологического контроля систематически проводятся также наблюдения за содержанием в воздухе ртути и взвешенных веществ на входе и на выходе из систем очистки. Замеры атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны проводятся раз в квартал, в воздухе рабочей зоны – ежедневно.

#### *Характеристика природоохранного оборудования*

Помещение участка демеркуризации оснащено приточно-вытяжной вентиляцией и вентиляционными системами удаления загрязнителей от рабочих мест и из шкафа спецодежды (табл. 5, 6).

Таблица 5. Характеристика оборудования для очистки воздуха

Наименование	Тип	Масса сорбента в одном адсорбере, кг *	Производительность, м <sup>3</sup> /час	Проектная эффективность очистки, %	Периодичность замены сорбента в течение года
Вентсистема-1	Адсорбер ВНИИР	80	не менее 660	95	2
Вентсистема-3	Адсорбер ВНИИР	80	не менее 660	94	2
Вентсистема-4	Адсорбер ВНИИР	2 адсорбера по 80 кг	не менее 1320	96	2
Вентсистема-5	Адсорбер ВНИИР	2 адсорбера по 80 кг	не менее 1320	96	2
Адсорбер установки УДЛ-100	Адсорбер ВНИИР	28	360	не менее 90	24
Адсорбер рабочий установки «Экотром-2»		86	360	не менее 90	3
Санитарно-цеховой адсорбер		1000	1000	не менее 90	1/3

\* Углеродистый поглотитель ртути УПР-М.

Перед выбросом в атмосферу производится санитарная очистка воздуха от остаточных паров ртути шестью адсорберами. Как уже отмечалось, в качестве сорбента используется углеродистый поглотитель ртути УПР-М. Масса сорбента в одном адсорбере составляет 80 кг; замена сорбента производится два раза в год. Утвержденный для ООО «ЭП «Меркурий» ПДВ (предельно допустимый выброс) ртути в атмосферу составляет 0,0000391 т/год (39,1 г в год).

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды предприятия составляет 0,61 м<sup>3</sup>/сут., на производственные нужды: для демеркуризации помещений и

конструкций – 1,2 м<sup>3</sup>/сут., для охлаждения оборудования – 14,6 м<sup>3</sup>/сут. (с подпиткой 0,1 м<sup>3</sup>/сут.).

Таблица 6. Характеристика систем очистки выбросов в атмосферу

Показатель	Источник выброса (вентсистема)			
	В-1	В-3	В-4	В-5
Технологическое оборудование	Печь	Шкаф рабочей одежды	Загрузочный бункер	Общеобменная вентиляция
Пылеулавливающее устройство, адсорбер ВНИИР, число адсорберов в установке	1	1	2	2
Содержание ртути на входе в адсорбер, мг/м <sup>3</sup>	0,000646	0,001016	0,004902	0,001358
Содержание ртути на выходе из адсорбера, мг/м <sup>3</sup>	0,000055	0,000067	0,000099	0,000054
Степень очистки, %	91,5	93,4	98	96
Высота точки выброса, м	8,5	8,5	8	8
Скорость воздуха на выходе из источника, м/с	12	11,4	5,6	10,6
Объем воздуха на выходе из источника, м <sup>3</sup> /с	0,35	0,38	1,1	1,32

Канализационной системой, существующей в ООО «ЭП «Меркурий», производится отвод сточных вод от душа, умывальника и трапов после гидросмыва пола в помещении демеркуризационного участка в сборник очищенной воды для последующей ее очистки от остаточной ртути и взвешенных веществ. В качестве очистных сооружений используется ртутная ловушка производительностью 6,7 м<sup>3</sup>/сут. (табл. 7).

Таблица 7. Характеристика сооружений по очистке сточных вод

Производительность, м <sup>3</sup> /год		Поллютанты	Концентрация, мг/л		Степень очистки, %
проектная	фактическая		до очистки	после очистки	
450	398,82	Ртуть	1	0,0001	99,99
		Взвесь	40	10	75

Извлечение из сточной воды ртути производится на малогабаритной установке с помощью специальных фильтр-патронов (ФЭП-10), выполненных на основе полимера с глобулярной волокнистой структурой [9]. Фильтр-патрон установки очистки воды имеет следующие параметры: площадь сечения – 0,008 м<sup>2</sup>, длина – 30 см, удельный вес – 1,1 т/м<sup>3</sup>. Замена фильтр-патрона производится один раз в пять лет.

Сточная вода из сборника очищаемой воды насосом подается в корпус модуля фильтрации, проходит через стенки фильтр-патрона (ФЭП-10) во внутрь фильтра, поглощающего остаточную ртуть. Очищенная от ртути сточная вода поступает в сеть общегородской канализации. Затем осуществляется регенерация (очистка, восстановление) фильтра: сперва воздушная регенерация, затем регенерация 10%-ным раствором щелочи. Воздушная регенерация фильтра ФЭП-10 производится сжатым воздухом, подачей его во внутреннее пространство фильтра, что обеспечивает очистку последнего от взвешенных твердых частиц, осевших на его внешней стороне. Взвешенные частицы отдуваются в отстойную часть сборника очищаемой воды. Физико-химический процесс очистки фильтр-патрона от остаточной ртути 10%-ным раствором щелочи заключается в эмульгирование, окисление ртути и превращение ее в малолетучее вещество. Для приготовления щелочного раствора используется кальцинированная сода. Остаточная ртуть из фильтра отводится в отстойную часть сборника очищаемой воды. Очистка отстойной части сборника очищаемой воды производится 1 раз в год. Извлекаемый осадок (шлам) складывается в металлическую емкость и направляется на утилизацию (переработку). Замена отработанного фильтр-патрона ФЭП-10 производится 1 раз в 5 лет. Отработанный фильтр-патрон собирается в пластиковый пакет, закрываемый герметично и помещаемый в металлический контейнер.

Поступающая на предприятие и извлекаемая из ртутных приборов некондиционная (черновая) металлическая ртуть помещается в специальные металлические баллоны объемом 1-3 л.

При проведении профилактических и ремонтных работ (обслуживание и ремонт установок, чистка конденсатора и ртутной ловушки, замена сорбента в адсорберах) персонал предприятия пользуется индивидуальными средствами защиты (противогазами с фильтрующим элементом из углеродистого поглотителя ртути УПР-М). Демеркуризация спецодежды производится в камере демеркуризации, расположенной на участке демеркуризации ламп. Демеркуризация автотранспорта осуществляется с применением химических способов.

#### *Промпродукты и отходы производства*

При переработки различных видов ртутных ламп и других ртутьсодержащих отходов образуются различные промпродукты и отходы переработки – ртутная ступпа, ртутьсодержащий люминофор, ртутьсодержащий сорбент, ртутьсодержащие материалы, осадки сточных вод (шлам), демеркурированный стеклобой, металлический лом, промышленный мусор и др., которые передаются на специализированные предприятия, имеющих соответствующие лицензии, на дальнейшую переработку (извлечение ртути), для

вторичного использования или на безопасное захоронение в соответствии с существующими требованиями (табл. 8). Все образующиеся на предприятии промпродукты (ртутная ступпа, черновая ртуть, ртутьсодержащий люминофор) и отходы 1 класса опасности размещаются в специальных герметично закрывающихся емкостях (металлические контейнеры). Осадок сточных вод (шлам) собирается в железобетонном приемке ртутной ловушки под слоем воды и также помещается в герметично закрывающиеся емкости. Стеклобой, цоколи, бумажные мешки и коробки, промышленный мусор, промасленная ветошь, смет с территории, бытовые отходы собираются в герметичные металлические контейнеры, установленные на непроницаемом основании.

Таблица 8. Номенклатура и количество переданных в 2003-2004 гг. на дальнейшую переработку ртутьсодержащих отходов, т \*

Отходы, промпродукты	2003 г.	2004 г.
Приборы ртутные отработанные	1,8	1,276
Ртутная ступпа, шлам, грунт сорбент и др.	3,99	5,9
Ртутьсодержащий люминофор	9	13
Ртуть металлическая черновая	0,0797	0,111

\* В ЗАО «НПП «Кубаньцветмет», ООО «Мерком» и др. организации.

Стеклобой (после демеркуризации), макулатура, металлом, мусор и т. д., являющиеся отходами 4-го класса опасности, передаются в специализированные предприятия (организации) г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области для дальнейшего использования и(или) утилизации или безопасного захоронения.

Все действия, связанные с правильностью временного хранения промпродуктов и отходов, своевременностью их вывоза контролируются ответственными сотрудниками в соответствии с ежегодно разрабатываемым планом-графиком контроля безопасного обращения с отходами на территории предприятия.

#### Литература

1. Бессонов В.В. Утилизация ртутьсодержащих искусственных источников света на станциях демеркуризации // Эколого-геохимические проблемы ртути. – М., 2000.
2. Бессонов В.В. ООО «ЭП «Меркурий» // Каталог природоохранных организаций. Экологические услуги, технологии, оборудование. – СПб., 2000.
3. Бессонов В.В., Янин Е.П. Эмиссия ртути в окружающую среду при производстве газоразрядных ламп в России. – М., 2004.



4. *Бессонов В.В., Янин Е.П.* Экологические аспекты производства и использования ртутьсодержащих приборов и устройств // Экологические системы и приборы, 2006, № 4.

5. *Бессонов В.В., Янин Е.П.* Экологические аспекты производства и использования ртутьсодержащих химических источников тока // Экологические системы и приборы, 2006, № 8.

6.

7. *Косорукова Н.В., Янин Е.П.* Утилизация отходов ртутьсодержащих изделий: состояние и проблемы // Светотехника, 2002, № 3.

8.

9.

10.

11.

12.

13. *Тимошин В.Н., Макаренко Г.В., Янин Е.П.* Вибропневматическая установка «Экотром-2» – эффективное решение проблем утилизации ртутных ламп // 4-й Международный конгресс по управлению отходами. ВэйстТэк-2005. Сб. докладов. – М., 2005.

14. *Янин Е.П.* Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды. – М., 2005.