

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Обзорная информация

Выпуск № 6

Издается с 1995 г.

Москва 2011

Выходит 6 раз в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — академик РАН *Ю. М. Арский*

Члены редколлегии:

к. т. н. Л. Г. Алейникова,
ст. н. с. А. Г. Ганжа, д. э. н. А. А. Гусев,
к. т. н. И. И. Потапов (зам. главного редактора),
д. э. н. И. А. Рубанов, д. э. н. Н. П. Тихомиров,
к. э. н. Т. М. Ушмаева (ученый секретарь редколлегии),
к. э. н. С. П. Яшукова

Журнал включен ВАК РФ в Перечень ведущих научных журналов и изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Наш адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20
Всероссийский институт научной и технической информации
Отдел научной информации по глобальным проблемам
Телефон 8(499) 152-55-00;
факс: 8(499)-943-00-60
E-mail: ipotapov37@mail.ru

© ВИНТИ, 2011

ПНЕВМОВИБРАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

В.Н. Тимошин, К.М. Тиняков, Г.В. Макаrenchенко, А.В. Кочуров, Е.П. Янин¹

ООО «Научно-производственное предприятие «ЭКОТРОМ», г. Москва

¹ Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва

С 1990 г. научно производственная компания «ЭКОТРОМ» работает в сфере утилизации ртутьсодержащих ламп. В НПП «ЭКОТРОМ» разработана эффективная вибропневматическая технология утилизации ламп, на основе которой созданы высокопроизводительные экологически безопасные и ресурсосберегающие демеркуризационные установки серии «Экотром-2».

VIBRO-PNEUMATIC METHODS FOR UTILIZATION OF ENERGY- CONSERVING FLUORESCENT TUBE

V.N. Timoshin, K.M. Tinyakov, G.V. Makarchenko, A.V. Kochurov, E.P. Yanin¹

LLC «Research and Development enterprise «ECOTROM», Moscow

¹ Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, Moscow

Since 1990 Research and Production Company «ECOTROM» has been working on neutralization mercury-containing lamps. Processing is carried out by vibro-pneumatic technologies on the plant «Ecotrom-2» which is out of competition by efficiency and ecological safety.

В России отработанные (использованные) ртутные лампы включены в «Федеральный классификационный каталог отходов» как отходы, обладающие 1-м классом опасности для окружающей среды и подлежащие обязательному обезвреживанию (переработке) с использованием соответствующих технологий. Постановлением Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 681 утверждены «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». Согласно указанному постановлению, обезвреживание отработанных ртутьсодержащих ламп должно производиться специализированными организациями, осуществляющими их переработку методами, обеспечивающими выполнение санитарно-гигиенических, экологических и иных требований. Это обуславливает необходимость разработки и практического внедрения экономически эффективных и экологически безопасных технологий и соответствующих установок по переработке отработанных энергосберегающих ртутных ламп как в крупных промышленно-селитебных центрах, так и в малонаселенных районах нашей страны.

С этой целью в ООО «НПП «ЭКОТРОМ» разработан и внедрен так называемый «холодный и сухой» пневмовибрационный метод переработки ртутьсодержащих ламп, который вначале был реализован в демеркуризационной высокопроизводительной установке «Экотром-2» [2, 3]. Позднее, на основе указанного метода, были разработаны различные модификации установки

«Экотром-2» (с разной производительностью), позволяющие перерабатывать практически все типы ныне используемых энергосберегающих ртутьсодержащих ламп. Принцип действия пневмовибрационных установок серии «Экотром-2» основан на разделении ртутных ламп на основные составляющие: стекло, металлические цоколи и люминофор, который в отработанных ртутных лампах является основным концентратом и носителем ртути (до 98% от всей ртути, вводимой в лампу) [7]. Очищенные от ртути стекломой и металлические цоколи (алюминиевые и стальные) используются в качестве вторичного сырья. Люминофор также может быть сырьем для получения ртути на специализированных предприятиях.

Базовая установка «Экотром-2, мод. 1200 (максимальная производительность 1200 ламп в час) состоит из двух основных блоков: 1) устройства для разделения ламп, включающего узел загрузки, пневмо-вибрационный сепаратор с дробилкой или пневмовихревой сепаратор с вибрационной приставкой, циклон, 2) системы очистки, включающей в себя рукавный фильтр, адсорбер и газодувку с компрессором. Компрессор создает разрежение по всему тракту, что обеспечивает безопасность работы на установке, так как исключаются пылевоздушные выбросы в производственное помещение. Цоколи отделяются от стекла на вибрирующей решетке и удаляются в сборник – технологический контейнер. Отделение люминофора (главного носителя ртути) от стекла осуществляется за счет выдувания его в противоточно движущейся системе «стекломой–воздух» в условиях вибрации. Очищенное от люминофора стекло поступает в бункер-накопитель. Конструкция пневмовибрационного сепаратора с дробилкой обеспечивает в процессе работы очистку стекла от ртути до величин значительно меньших ПДК ртути в почве – 2,1 мг/кг. Воздушный поток последовательно очищается от люминофора в циклоне, рукавном фильтре и адсорбере. Очистка воздуха от паров ртути происходит в адсорбере до ее содержания в воздухе менее 0,0001 мг/м³. При превышении содержания ртути значения ПДК в выбросах в атмосферу производится замена отработавшего активированного угля в адсорберах.

В установках «Экотром-2, мод. 500 и мод. 300» (максимальная производительность 500 и 300 ламп в час) применен другой подход к измельчению ртутных ламп и последующей их очистке от ртутьсодержащего люминофора. Здесь использован специальный боек и пневмовихревой сепаратор, представляющий собой устройство типа циклон в циклоне с противоположно вращающимися вихревыми потоками, выпускающей заслонкой и шиберным затвором с пневмоуправлением. Остальная часть пылеочистки является типовой: рукавный фильтр и адсорбер. Очистка стекломой происходит из-за аэродинамического торможения потока во внутреннем циклоне и разгоном во внешнем циклоне. Этот метод очистки запатентован [4]

В установке «Экотром-2, мод. 150» (максимальная производительность 150 ламп в час) применен метод отдувки люминофора, позволяющий сохранить в целостности стеклянную трубку. На поверхность лампы наносят механические или термические риски, по которым происходит отделение цоколей. Узел отдувки люминофора включает компрессор, ресивер с осушителем воздуха и отдувочное устройство, представляющее собой трубу в трубе. По внутренней трубке подается осушенный сжатый воздух. По межтрубному

пространству, в которое вводится вскрытая люминесцентная лампа, люминофор и пары ртути удаляются в систему очистки технологических газов, включающей циклон, рукавный фильтр и адсорбер.

Для переработки и обезвреживания компактных люминесцентных ламп применяется специальное приспособление, которое подсоединяется к установке «Экотром-2» любой модификации. С помощью указанного приспособления стеклянная часть лампы, в которой содержится люминофор и пары ртути, срезается и поступает в установку «Экотром-2». Основная масса люминофора и стеклянной пыли улавливается в циклоне и накапливается в технологическом сборнике, а оставшаяся часть (3–5%) поступает в технологический сборник после продувки рукавного фильтра или в результате вибрационного воздействия.

Технико-экономическая оценка различных способов утилизации обработанных ртутных ламп, в свое время выполненная Научно-исследовательским центром по проблемам управления ресурсосбережением и отходами (НИЦПУРО) [1], свидетельствует о том, что вибропневматическая технология (применяемая в установках «Экотром-2») является самой эффективной среди наиболее широко используемых ныне в отечественной практике.

Таблица
Технико-экономическая оценка различных технологий утилизации ртутных ламп [1]

Показатели	Вакуумная дистилляция (ФИД-Дубна)	Термическая переработка (ИНПРОН)	Установка «Экотром»
Производительность установки, тыс. шт. ламп/год	400	1000	3500
Потребляемая (установленная) мощность, кВт	5	20,5	7
Численность персонала, чел.	до 15	5	5
Производственная площадь, м ²	30	100	36
Капитальные затраты на организацию производства, млн. руб.	2,9	3,2	1,22
Окупаемость капитальных затрат, лет	4,5	2,7	0,3
Энергоресурсы, тыс. руб.	17,4	47,3	16,5
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, тыс. руб.	288,8	347,8	119,4
Себестоимость переработки 1000 ламп, тыс. руб.	4,51	1,095	0,2
Сокращение поступления отходов в окружающую среду, т/год	100	250	875
Экономия затрат по платежам за размещение отходов, млн. руб./год	128,7	344	1319
Предотвращенный экологический ущерб, тыс. руб.	597,7	1599,0	6130,0

Из-за небольшого содержания ртути в люминофоре, в котором она находится в связанном состоянии в результате воздействия плазмо-электрохимических эффектов, получение из него товарного металла термическими методами затруднено и экономически не целесообразно. Поэтому обезвреживание смеси ртутьсодержащего люминофора и небольшого количества стеклянной пыли осуществляется путем обработки ее раствором демеркуризационного препарата, содержащего структурообразующую добавку минерального вяжущего вещества [5]. В ходе этой обработки ртуть преобразуется в практически нерастворимое соединение – сульфид ртути, отвечающее ее

основной природной форме. Кроме того, при добавлении минерального вяжущего вещества в систему «галофосфат кальция (люминофор) – демеркуризационный препарат» образуется изоморфное соединение, в кристаллическую структуру которого входят ионы кальция и ртути, что обеспечивает дополнительную стабильность конечного продукта преобразования ртути. Это обуславливает перевод ртутьсодержащего люминофора в группу малоопасных отходов (IV класс опасности) и возможность его безопасной доставки на вторичную переработку для получения ртути или последующего размещения на полигонах ТБО. Обработка люминофора демеркуризационным раствором производится в технологическом контейнере на специализированном смесителе. Необходимо отметить, что способы солидификации и стабилизации ртутьсодержащих отходов, включая люминофор отработанных ртутных ламп, в настоящее время получают все большее распространение во многих странах мира [6].

В настоящее время оборудование серии «Экотром-2» эксплуатируется на четырех из пяти действующих в Московском регионе демеркуризационных предприятий, на которых с 1990 г. переработано и обезврежено более 150 млн. использованных ртутных ламп.

Литература

1. Анализ эффективности технологий переработки типовых отходов, создающих одинаковые проблемы во всех регионах, и рекомендации по их внедрению. – Мытищи: НИЦПУРО, 2000. – 75 с.
2. *Макарченко Г.В.* Патент РФ № 2050051 от 10 декабря 1995 г. «Устройство для утилизации люминесцентных ламп».
3. *Макарченко Г.В.* Патент РФ № 2185256 от 20 июля 2002 г. «Способ переработки отработанных люминесцентных ламп и вибрационная установка для его осуществления»
4. *Макарченко Г.В., Тимошин В.Н.* Патент РФ № 2365432 от 21 мая 2008 г. «Установка утилизации люминесцентных ламп и способ их утилизации».
5. *Макарченко Г.В., Тимошин В.Н., Косорукова Н.В.* Патент РФ № 2280670 от 27 июля 2006 г. «Способ обезвреживания ртутьсодержащего люминофора».
6. *Янин Е.П.* Состояние и проблемы утилизации ртутных ламп в России // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2010, № 2, с. 25–84.
7. *Doughty D.A., Wilson R.N., Thaler E.G.* Mercury-glass interaction in fluorescent lamps // J. Electrochem. Soc., 1995, 142, № 10, p. 3542–5351.

References

1. Performance analysis of technologies for utilization typical wastes and recommendations of them realization. – Mytishi, 2000. – 75 p.
2. *Makarchenko G.V.* Patent RU № 2050051, December 10, 1995 «Facility for recycling of fluorescent tube».
3. *Makarchenko G.V.* Patent RU № 2185256, July 20, 2002 «Method for recycling of fluorescent tube and vibration machine for embodiment».

4. *Makarchenko G.V., Timoshin V.N.* Patent RU № 2365432, May 21, 2008 «Machine for recycling of fluorescent tube and method of them utilization».
5. *Makarchenko G.V., Timoshin V.N., Kosorukova N.V.* Patent RU № 2280670, July 27, 2006 «Stabilization method of mercury-containing luminophor».
6. *Yanin E.P.* State and problems of disposal of Hg-lamps in Russia // Problems of the Environment and Natural Resources, 2010, № 2, c. 25–84.
7. *Doughty D.A. Wilson R.N., Thaler E.G.* Mercury-glass interaction in fluorescent lamps // J. Electrochem. Soc., 1995, 142, № 10, p. 3542–5351.