

**ООО НПП «Экотром Технология»**

**УСТАНОВКА РАЗДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ,  
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ  
РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЛАМП И ОТХОДОВ  
«ЭКОТРОМ - 2» 150 - 300.**

**Руководство по эксплуатации,  
совмещенное с паспортом установки.**

**Установка разделения компонентов, обезвреживания и утилизации  
ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром - 2».**

Руководство по эксплуатации,  
совмещенное с паспортом установки.

Технические условия \_\_\_\_\_

Модификация установки \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

## **Введение.**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы, с порядком ввода в действие, правилами и нормами обслуживания и с мерами безопасности при эксплуатации установок разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2» (далее установки).

В процессе совершенствования установок в их конструкцию могут вноситься изменения, не ухудшающие эксплуатационные параметры не отраженные в данном руководстве по эксплуатации.

## **1. Описание работы установок.**

### **1.1. Назначение установок.**

1.1.1. Установки предназначены для обезвреживания ртутьсодержащих ламп и горелок всех типов, отработанных сорбентов, люминофоров, загрязненных ртутью фильтроэлементов и сыпучих материалов с получением «чистых» стекла и цоколей (прямые люминесцентные лампы) и продукта минерализации люминофора, отвечающего требованиям ТУ2111-002-29496068-2010, включающего люминофор, сорбент, пыли и сыпучие материалы, измельченное стекло горелок и энергосберегающих ламп, фильтровальные ткани и др. с содержанием HgS в продукте <0,03%. Все полученные в результате обезвреживания компоненты являются сырьем, а при отсутствии потребителя продуктами IV класса опасности (малоопасные) и подлежат размещению на городских полигонах бытовых отходов. Установки изготавливаются под заказ на 1 и 2 рабочих места при среднесменной производительности 150 ламп в час на одного работника. Установки предназначены для эксплуатации при температуре в помещении от +20 до 28°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

## 1.2. Основные параметры и характеристики.

### 1.2.1. Производительность.

№ п/п	Наименование операции	Ед. изм.	«Экотром-2» мод. 150	«Экотром-2» мод. 300
1	Обезвреживание прямых люминесцентных ламп отдувкой люминофора	шт/час	150	300
2	Обезвреживание ламп энергосберегающих, бактерицидных, горелок и т.п.	шт/час	400	400
3	Обезвреживание сорбентов, боя ламп, пылей и т.п.	кг/час	40	40

### 1.2.2. Расход производственных ресурсов.

№ п/п	Наименование ресурсов	Ед. изм.	«Экотром-2» мод. 150	«Экотром-2» мод. 300
1	Электроэнергия:	кВт-ч		
	- компрессор		2,2	4,0
	- тягодутьевое устройство		1,4	1,4
	- прочие механизмы		0,6	0,6
	Всего		4,2	6,0
2	Сжатый воздух давлением 10 бар	м <sup>3</sup> /час	18,0	30,0
3	Сорбент (модифицированный активированный уголь)	м <sup>3</sup> /год	0,12	0,2
		кг/год	90	150
4	Препарат демеркуризационный Э-2000Т, выпускаемый по ТУ 2621-003-29496068-2010	литров на 1000 ламп	1,5-2,0-при выполнении технологического процесса сульфидирования и минерализации ртути	

Рис. 1



Рис. 2



### 1.3. Техническое описание оборудования.

Состав установки:

- узел отдувки люминофора;
- узел очистки технологического воздуха;
- узел сульфидирования и минерализации ртути люминофоров, сорбентов, измельченного стекла, боя ламп.

Узел отдувки люминофора включает компрессор (1); ресивер (2); отдувочное устройство (3), представляющее собой трубу в трубе. По внутренней трубке подаётся сжатый воздух. Специальное устройство возбуждает в подаваемом воздухе высокочастотные колебания. По

межтрубному пространству, в которое вводится вскрытая люминесцентная лампа, люминофор и пары ртути удаляются в систему очистки технологического воздуха. Для отделения цоколей используются приспособления (4) нанесения на поверхность лампы термических и механических рисок (рис. 5).

Узел очистки технологического воздуха включает: циклон (5), фильтр тонкой очистки (6) с эффективностью фильтрации по частицам  $>0,5$  мкм – 99,9%; технологический адсорбер (7), снаряжаемый модифицированным активированным углём с эффективностью улавливания паров ртути 99,5-99,9%, в зависимости от качества сорбента. Очищенный технологический воздух удаляется в атмосферу или в цеховую систему очистки через тягодутьевое устройство (9). Уловленные в циклоне и фильтре тонкой очистки, люминофор и стеклянная пыль накапливаются в технологическом сборнике (10 - бутылка) и стеклянном сборнике (13). Узел очистки воздуха также может выполнять роль пылесоса при сухой уборке помещения цеха или очистке картонных упаковок от остатков люминофора.

Узел сульфидирования и минерализации ртути люминофоров, сорбентов, измельченного стекла предназначен для перевода ртути в ее безопасную минеральную форму (HgS) и нейтрализации хлор-йодных сорбентов. Состоит из:

- технологических сборников (10);
- приспособлений для отделения цоколей (4);
- измельчителя ламп и горелок (11);
- расходной ёмкости препарата демеркуризационного Э-2000Т (12).

Измельчение и обезвреживание энергосберегающих и бактерицидных ламп, ртутьсодержащих трубок и горелок осуществляется в измельчителе стекла (11), подключаемом к узлу очистки технологического воздуха. Измельчитель устанавливается на технологический сборник конической формы (10), в котором накапливается дробленая и обезвреженная стекломасса. Технологические сборники (10), в комплект поставки их входит 5 шт., по назначению и форме различны.

#### **1.4. Технологический процесс обезвреживания целых трубчатых ламп путём отдувки люминофора.**

Люминесцентные прямые лампы доставляются к установке в специальной таре, предназначенной для сбора, хранения и транспортирования ламп.

Обезвреживанию путем отдувки люминофора из трубки люминесцентной лампы, подлежат только сухие, имеющие температуру цеха, лампы.

На стекло лампы на расстоянии 2-3мм от цоколя наносится температурная и механическая риски или обе последовательно (4). После характерного треска на лампе появляется кольцевая трещина и для отделения цоколя необходимо к лампе приложить незначительное усилие,

после чего лампа немедленно вводится в межтрубное пространство отдувочного устройства (3); второй цоколь отделяется после отдувки люминофора или остается. С вводом лампы в межтрубное пространство автоматически включается тягодутьевое устройство (9), которое до этого работало в 70% режиме производительности и в межтрубном пространстве увеличивается вакуум, а затем через 0,5-1с включается подача в лампу сжатого воздуха давлением около 3-4 бар. Воздух из ресивера (2) через трубку поступает в лампу, предварительно, за счёт встроенного в трубку устройства, приобретая высокочастотные колебания. Сдуваемый с внутренней поверхности лампы люминофор удаляется в систему очистки технологического воздуха. Одновременно, при обтекании воздухом лампы снаружи, она очищается от возможных загрязнений, возникших при сборе и хранении. Технологический процесс обеспечивает содержание ртути в стекле и цоколях не превышающее лимитов, установленных ГН 2.1.7.2041-06.

Технологический воздух, загрязнённый люминофором, стеклянной пылью и парами ртути поступает в аппараты газоочистки и последовательно очищается от твёрдых частиц и аэрозолей в циклоне (5), фильтре тонкой очистки (6), а затем от паров ртути в адсорбере (7). Очищенный от паров ртути до предельно допустимых концентраций, установленных для воздуха населенных мест или воздуха рабочей зоны, технологический воздух удаляется тягодутьевым устройством (9) в атмосферу или цеховую аспирационную систему. Уловленный аппаратами люминофор и стеклянная пыль накапливаются и обезвреживаются в технологическом сборнике (10 - бутыл) и стеклянном сборнике (13).

В бутыл (10), перед установкой под циклон, заливается 4-5 литра препарата демеркуризационного Э-2000Т разбавленного подщелоченной до  $pH \geq 9$  (одна чайная ложка NaOH на 3 литра воды) водой в соотношении по массе 1:1. В раствор могут вводиться вяжущие вещества водного твердения: портландцемент, глиноземистый цемент и т.п. Массовая доля вяжущих веществ 5-10% от массы разбавленного препарата Э-2000Т. Цемент вводится для придания готовому продукту формы; с целью предупреждения пыления, после высыхания и в случае его депонирования и дальнейшего использования в качестве сырья.

При установке бутылки убедиться в герметичности ее соединения с выходным патрубком циклона.

В средней люминесцентной лампе содержится 4 гр люминофора. При переработке 5000 ламп в бутылки должно накопиться около 20кг люминофора. Его насыпной вес 1,6кг/литр. Емкость бутылки 20 литров, соотношение люминофор - раствор демеркуризатора 1:0,4; в процессе эксплуатации указанное соотношение уточняется. При накоплении достаточного количества люминофора, бутылка удаляется из-под циклона. При недостатке пропитывающего раствора, он доливаеся. В результате этих операций, ртуть, содержащаяся в люминофоре ламп, преобразуется в практически нерастворимое соединение - сульфид ртути (HgS), отвечающее

её природной минеральной форме, а люминофор в целом, благодаря вяжущим свойствам раствора и вяжущим добавкам.

Полному преобразованию ртути в сульфидную форму способствуют: сухой люминофор, выделение высокодисперсной серы во влажной среде при контакте раствора с воздухом и люминофором.

Кроме этого, сера в данных условиях проявляет вяжущие свойства по отношению к люминофору, так как её частицы находятся в «наноформе» (размер 10-100нм), а структурный тип серы в стеснённых условиях пористого люминофора соответствует аморфному типу, способствующему проявлению гидрофобизирующего эффекта.

В настоящий момент мы рекомендуем использовать бутылки для воды многоразового использования емкостью 18,9 литров изготавливаемые из полиэтилена или поликарбоната. Установленные под циклоном, благодаря своей прозрачности они позволяют сразу залить необходимый объем раствора демеркуризатора (с небольшим недостатком) и наблюдать весь процесс поступления и пропитки люминофора. За счет непрерывного колебания уровня раствора в бутылки он быстро и надежно пропитывает люминофор. Наполненные емкости можно легко разрезать и удалить люминофор для последующего смешения с другими компонентами согласно ТУ 2111-002-29496068-2010. Использование бутылей делает процесс обезвреживания люминофора и других сыпучих материалов более простым, экологичным и удобным. Избегайте избыточного введения раствора, люминофор должен быть влажным, а не покрытый раствором.

### **1.5. Технологический процесс обезвреживания энергосберегающих ламп, горелок, трубок, боя люминесцентных ламп.**

Измельчитель (11) устанавливается на конический технологический сборник (10), внутри которого размещается плотный полиэтиленовый мешок, и подключается к газоочистной системе установки «Экотром-2» любой модификации (рис. б).

Энергосберегающие лампы вводятся при помощи приспособления, позволяющего защитить от разрушения цоколь, который после измельчения стеклянной части лампы изымается для утилизации. Горелки, освобожденные от арматуры, вводятся в измельчитель поштучно. Трубки и люминесцентные лампы с поврежденной колбой вводятся в вертикальную загрузочную трубу, бой при помощи указанного приспособления в горизонтальную. Прежде чем ввести ртутьсодержащие лампы и горелки в измельчитель, они окунаются в препарат демеркуризационный Э-2000Т, разбавленный подщелоченной до  $\text{pH} \geq 9$  водой в соотношении по массе 1:1. Добавка вяжущих веществ водного твердения в раствор производится в указанных выше случаях. Раствор наливается в расходную емкость (12), которая располагается под загрузочной трубой измельчителя.

Смачивание отходов перед вводом в измельчитель окунанием в раствор оказалось предпочтительным по сравнению с другими способами, например,

распылением. Раствора при окунании расходуется ровно столько, сколько необходимо для процесса, кроме этого отпадает необходимость изменять дозу впрыскиваемого раствора при измельчении изделий различного объема. Одновременно протекающие процессы измельчения, смачивания продуктов раствором демеркуризатора и интенсивное выделение серы в наиболее реакционноспособной форме, вследствие контакта раствора с измельченным материалом и воздухом, приводит к быстрому преобразованию ртути, содержащейся в лампе, в сульфидную форму.

В целях интенсификации процесса и снижения расхода раствора, он при использовании во всех описанных способах обработки отходов дает лучшие результаты при нагреве до температуры 40-50°C.

Желательно также доводить до аналогичной температуры поверхности сборников, контактирующих с полученным продуктом. В летний период прибегать к подобным мерам необходимости нет.

При наполнении технологического сборника полиэтиленовый мешок вынимается из сборника.

Отработанные сорбенты, пыль аспирационных устройств и цеха, загрязненные земли, мелкий бой ламп и горелок и другие сыпучие отходы предварительно собираются в технологическом сборнике конической формы (10), в комплекте поставки таких сборников три, внутри сборника размещается плотный полиэтиленовый мешок. В процессе сбора сыпучие материалы обильно опрыскиваются раствором демеркуризатора аналогичного вышеописанному. Отходы должны быть смочены, но не покрыты раствором. В сборник добавляется собранный в бутылки люминофор, нейтрализованная стекломасса предыдущего процесса, цемент - 10 %. При наполнении сборника через отверстие в крышке внутрь сборника вводится глубинный вибратор (8) и отходы подвергаются 1-2 минутной вибрации. Это делается для уплотнения отходов, смачивания мельчайших сыпучих компонентов. В случае пыления вибратор выключается, и отходы более тщательно смачиваются, затем опять подвергаются вибрационному воздействию. После окончания процесса обезвреживания, полиэтиленовый мешок вынимается из технологического сборника, завязывается, маркируется и отправляется на полигон размещения бытовых отходов в соответствии с ТУ 2111-002-29496068-2010 или депонируется.

### **1.6. Характеристика отходов производства.**

Производственный процесс сульфидирования и минерализации ртути люминофоров, сорбентов и стекла является безотходным.

**1.7. Комплектность установки.**

1.	Компрессор	-1 шт.
2.	Ресивер	-1 шт.
3.	Отдувочное устройство	-1 шт.
4.	Приспособления для отделения цоколей ламп	-1 комп.
5.	Циклон	-1 шт.
6.	Фильтр тонкой очистки	-1 шт.
7.	Адсорбер	-1 шт.
8.	Вибратор со встроенным двигателем	-1 шт.
9.	Тягодутьевое устройство	-1 шт.
10.	Технологические сборники	-5 шт.
11.	Измельчитель стеклянных изделий	-1 шт.
12.	Расходная емкость демеркуризационного раствора	-1 шт.
13.	Стеклянный сборник	-1 шт.
14.	Щит управления	-1 шт.

**1.8. Узел очистки технологического воздуха (газоочистка).**

Предназначен для очистки технологического воздуха от взвешенных частиц с эффективностью для частиц  $> 5$  мкм – 99,99% и от паров ртути с эффективностью 99,5-99,9% при начальной концентрации  $< 1$  мг/м<sup>3</sup>.

**1.8.1. Циклон (5).**

В качестве первой ступени очистки воздуха от люминофора и других, содержащихся в нем, частиц используется циклон. Изготавливаемые нами циклоны из нержавеющей стали имеют высокую эффективность (до 99%) и соответственно высокое (до 600 мм в.ст.) сопротивление. В среднем в поступающем на очистку воздухе содержится 4 гр/м<sup>3</sup> аэрозолей, а воздух, выходящий из циклона, содержит только 0,08 гр/м<sup>3</sup>. Основная масса частиц удалена и концентрируется в бутылки многоразового использования, установленной под циклоном. В процессе эксплуатации следить за тем, чтобы соединения циклона с бутылкой были герметичны, и в нижнюю часть циклона не подсасывался воздух, в противном случае циклон работать не будет.

**1.8.2. Фильтр тонкой очистки (6)  
(рукавный или патронный).**

Фильтр тонкой очистки предназначен для очистки технологического воздуха от взвешенных частиц  $< 1$  мкм, которые не были уловлены в циклоне (5). Может поставляться рукавным с числом рукавов 2 или патронным с 2 фильтровальными патронами. В обоих случаях его эффективность по отношению к частицам  $> 0,5$  мкм должна быть не менее 99,9%, а вместе с циклоном  $> 99,99\%$ . Корпус фильтра выполняется из двух труб из

нержавеющей стали толщиной не менее 1,5мм (рис. 7). Сменные элементы в виде рукавов из фильтрующего материала натянутых на сетчатый металлический каркас или патронов крепятся герметично в крышках разделяющих фильтры на условно «грязную» и условно «чистую» зоны (рис. 8). Для продувки фильтрующих элементов на верхних крышках установлены шаровые краны. Воздух для продувки поступает из ресивера (2). Эффективность продувки контролируется тягонапоромером. Уловленные фильтрующими элементами люминофор и стеклянная пыль при продувке сыплются в небольшой стеклянный сборник (13).

### Основные параметры и характеристики фильтров.

Параметры, характеристики	Циклон	Рукавный фильтр		Патронный фильтр
Площадь фильтрации		0,85		5,4
Скорость фильтрации, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> мин		2,7		0,43
Количество фильтроэлементов, шт		2		2
Давление сжатого воздуха для продувки, бар		≈3		≈3
Продолжительность продувки, сек		3-5		3-5
Предельное сопротивление фильтроэлементов перед продувкой, Па		2000		1000
Эффективность очистки по частицам >0,5мкм, %		99,9		99,9
Общая эффективность, %	98	99,99		99,99

#### 1.8.3. Адсорбер (7).

Адсорбер (7) предназначен для химической очистки технологического воздуха, поступающего из фильтра тонкой очистки (6), от паров ртути и представляет собой металлический цилиндр из углеродистой стали толщиной 2мм, в донной части которого и в крышке, крепящейся к фланцу, размещена система равномерного распределения воздуха по всей площади (рис. 10), которая позволила отказаться от сетки и конусных частей с обоих концов адсорбера и увеличить высоту засыпки сорбента до 800мм. Таким образом, практически весь объем цилиндра заполнен сорбентом, что позволяет очищать технологический воздух в одном аппарате до величины меньше среднесменной ПДК рабочих мест (0,005мг/м<sup>3</sup>). Сорбент (активированный уголь) импрегнируется серой, йодом или хлорным железом отдельно или в комбинациях. От качества применяемого сорбента зависит продолжительность его работы и эффективность очистки.

Вместо металлического цилиндра возможно использовать стандартные пластиковые евробараны разработанные концерном MAUSER (Германия),

отличающиеся высокими прочностными характеристиками и химической стойкостью.

В крышку адсорбера и в днище вварены патрубки для входа и выхода воздуха. Тягодутьевое устройство (9) может быть установлено как на верхней крышке, так и под адсорбером.

2 кПа (200 мм вод.ст.), патронные фильтры – 1 кПа (100 мм вод.ст.). По мере дальнейшей работы фильтры не будут в результате продувки возвращаться к исходному сопротивлению. И когда их сопротивление после продувки останется на уровне соответственно 200 и 100 мм вод.ст., требуется замена фильтрующих элементов.

Фильтры продуваются сжатым воздухом давлением 3 бара поочередно, в то время как внутри фильтрующего аппарата создается разрежение работающим пылесосом.

В процессе эксплуатации следить за изменением сопротивления фильтров, понижение сопротивления свидетельствует о разрыве фильтрующего материала.

Перед сменой фильтры необходимо несколько раз продуть. Затем снять верхние крышки, осторожно, не вызывая пыления, отсоединить рукава, снять чулком фильтрующий материал и поместить в полиэтиленовый мешок или в технологический сборник. Установить новые рукава, загерметизировать крышку аппарата, пустить фильтр в работу и зафиксировать сопротивление.

Отработанный фильтрующий материал в дальнейшем подвергается сульфидированию и минерализации ртути в технологическом сборнике совместно с другими материалами путем пропитки. Смена патронных фильтров осуществляется аналогично.

#### **4.2.2. Адсорбер.**

При первом пуске адсорбера в работу замерить сопротивление аппарата. В процессе эксплуатации сопротивление адсорбера будет возрастать.

По мере насыщения сорбента, снижения его эффективности и достижения максимальной величины ПДК рабочей зоны по данным аналитического контроля выполняемого ежедневно необходимо произвести полную или частичную смену сорбента.

Смена сорбента – ответственная операция, которую нужно выполнять с соблюдением всех мер предосторожности, в противогазе с маркировкой «Г» в следующей последовательности:

- снять верхнюю крышку адсорбера;
- осторожно ковшом удалить верхнюю половину сорбента в полиэтиленовые плотные мешки (выполняя эту операцию в целях предотвращения пыления, рекомендуется опрыскивать сорбент раствором демеркуризатора из переносного распылителя, это необходимо делать и при смене фильтровального материала). Этот верхний слой сорбента является наиболее

загрязненным, как первый по ходу воздуха, и подлежит сульфидированию в технологическом сборнике и последующему удалению на городские полигоны бытовых отходов. Нижняя часть сорбента, как менее загрязненная, так же собирается в полиэтиленовые мешки;

- в стальных адсорберах заменяется полипропиленовый нетканый материал (рис. 9);
- на внутреннюю поверхность обечайки, для предотвращения прохождения больших объемов воздуха вдоль стенки и с целью защиты стенок адсорбера от коррозии, по всей высоте адсорбера устанавливается подложка из пенополиэтилена (изолон) толщиной 3-4мм.
- на распределительное устройство, покрытое новым нетканым материалом, насыпается слой свежего сорбента равный слою удаленного для обезвреживания;
- во всех адсорберах на слой свежего сорбента досыпается сорбент из нижнего слоя собранный в полиэтиленовые мешки;
- устанавливается и герметизируется верхняя крышка адсорбера;
- адсорбер вводится в работу.

Отработанный сорбент в дальнейшем подвергается сульфидированию и минерализации ртути в технологическом сборнике.