



# УСТРОЙСТВО ДОЗИРОВАНИЯ РТУТИ В РАЗРЯДНЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

И. Байнева, к.т.н., В. Байнев,  
Мордовский госуниверситет имени Н.П. Огарева, Саранск

**Стабильность светотехнических параметров энергосберегающих люминесцентных ламп во многом зависит от дозы наполняющей их ртути. Описывается принципиально новый тип прибора для дозирования ртути в люминесцентные лампы. Его принцип работы может быть также использован в технике для дозирования или перекачки особо опасных жидкостей.**

**П**ринцип излучения люминесцентных ламп хорошо известен: электрическое поле между электродами возбуждает атомы паров ртути, выделяется УФ-излучение, люминофор, нанесенный на внутреннюю стенку колбы преобразует УФ-излучение в видимое. Вид и состав люминофора определяет спектр излучения лампы. В зависимости от технологии и типа в каждой люминесцентной или специальной ртутной лампе содержится от 20 до 300 мг ртути, в наиболее распространенных типах – от 60 до 120 мг, а в некоторых лампах ее количество достигает 350–560 мг. Стабильность светотехнических параметров энергосберегающих люминесцентных ламп во многом зависит от дозы наполняющей их ртути.

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ РТУТИ

В связи с этим стоит отметить, что крайне важным, особенно для российских производителей светотехнической продукции, является вопрос разработки таких источников света, а также технологии их качественного производства и последующей утилизации, которые отвечали бы в полной мере современным мировым требованиям. Рассмотрим одну из важнейших проблем в производстве люминесцентных ламп (ЛЛ) – дозирование ртути в прибор. В настоящее время широко известны и применяются следующие способы введения ртути в ЛЛ:

- дозирование в виде капли механическим и электромеханическим дозаторами;
- дозирование в виде готовой амальгамы ртути;
- дозирование в герметизированных ампулах и капсулах, которые затем вскрываются в готовой лампе термическим путем.

Не останавливаясь подробно на конструкциях и принципах действия дозаторов, реализующих эти способы, отметим лишь их очевидные достоинства и недостатки.

Так, механический дозатор позволяет легко регулировать количество дозы ртути в широких пределах, он имеет высокую производительность благодаря удобству обслуживания и совмещения функций управления в одной рукоятке, а также прост в обслуживании. Однако данная конструкция не обеспечивает высокую точность дозировки ртути из-за ее утечки через негерметичные соединения в приборе. Кроме того, дозатор такого типа не оснащен устройством остановки процесса дозирования при повреждении колбы лампы.

Электромеханический дозатор имеет автоматическое управление процессом дозирования, у него более высокая точность по сравнению с механическим дозатором, меньшие потери ртути. Среди недостатков дозаторов этого типа следует выделить отсутствие системы блокировки при прохождении поврежденной лампы, а также необходимость частых повторных дозировок, так как по некоторым причинам капли ртути не всегда попадают в ЛЛ [1].

Из-за неточного дозирования ртути в виде капли в лампе может оказаться слишком много или слишком мало ртути. Недостаточное количество ртути приводит к резкому снижению светового потока. Большое количество ртути, вводимой в лампу, отрицательно влияет на световой поток и его стабильность, также большая капля ртути сдирает слой люминофора, катаясь по внутренним стенкам лампы при ее эксплуатации в горизонтальном положении или, прилипая к люминофору, портит внешний вид лампы.

На заводах светотехнического производства в случаях, когда доза ртути недостаточна, ее повторно вводят в лампу автоматически специальным реле или вручную. А это неизбежно приведет к еще большему количеству ртути при срыве прилипших капель. Известно, что временами в лампах масса ртути составляет не только желаемые 30–50, а 100, 200 мг и более.

Таким образом, способ дозирования ртути в виде капли обладает рядом общих недостатков: большой разброс количества ртути, поступающей в колбу ЛЛ. Это приводит к нестабильности световых параметров выпускаемых ламп, потере ртути в окружающую среду, т.е. представляет серьезную экологическую опасность.

Для устранения этих недостатков был разработан новый метод и конструкция дозатора ртути, основанного на дозировании ртути в прибор в парообразном состоянии [2]. Технический эффект данного изобретения заключается в повышении точности дозирования, уменьшении загрязнения окружающей среды ртутью.

Использование предлагаемого прибора позволяет в десятки раз повысить точность дозирования. Он легок в эксплуатации, так как все основные операции автоматизированы, легко перестраивается на другие параметры дозировки. Производительность прибора в несколько раз выше существующих конструкций, количество дозируемой массы легко регулируется в широких пределах. Принцип работы прибора может быть также использован в технике для дозирования или перекачки особо опасных жидкостей.

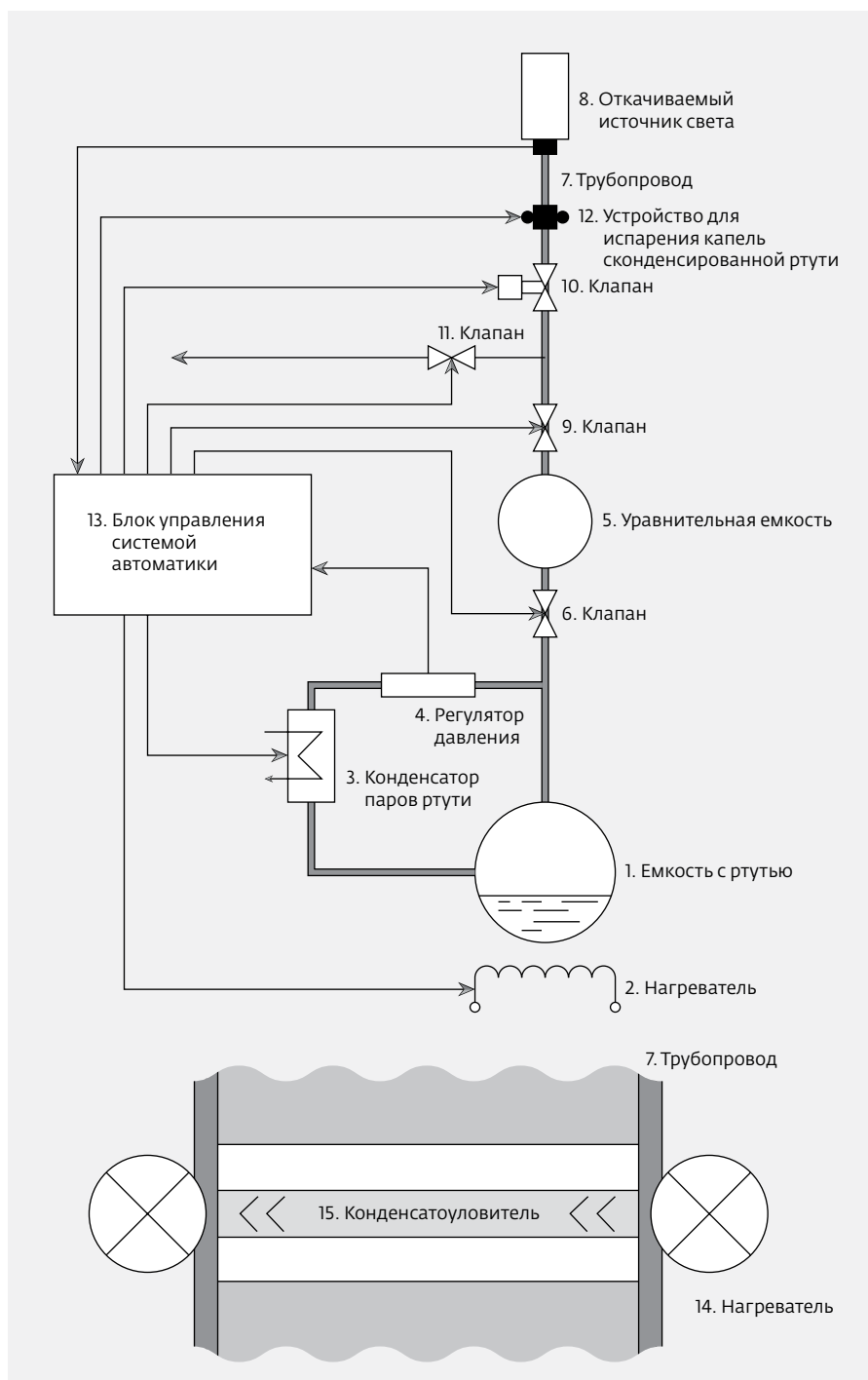
### ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Сущность изобретения заключается в том, что при использовании парового дозатора пары ртути непосредственно дозируются в лампу. При этом может возникнуть эффект конденсации капель ртути на стенках подводного (напускного)

трубопровода из-за нарушения режима его внешнего обогрева или изменения условий теплопередачи в окружающую среду. В результате этого капли ртути вместе с ее парами могут попасть в лампу и вывести ее из строя из-за резкого удара каплей, летящей с большой скоростью. Кроме того, будет нарушена точность дозирования. Для исключения этого явления внутри подводного пары ртути к лампе напускного трубопровода монтируется устройство – корпус специальной ловушки. Он выполнен в виде металлического кольца с решеткой, жестко закрепленной в нем. Решетка выполнена из металлических уголков, расположенных таким образом, что они могут перекрывать друг друга. Устройство имеет электрический нагреватель. Капли конденсата в потоке паров ртути ударяются о стенки нагревающего устройства, растекаются по нему, нагреваются до температуры испарения и вливаются в общий поток дозируемой паровой ртути.

На рисунке изображено устройство, реализующее предлагаемый способ. Устройство содержит емкость 1, оснащенную нагревателем 2, последовательно с ней соединен конденсатор 3 паров ртути и регулятор давления 4. Между емкостью 1 с подогревом и уравнивающей емкостью 5 расположен клапан 6 для перекрытия трубопровода 7, а между откачиваемым источником света 8 и уравнивающей емкостью 5 – клапаны 9 и 10. Клапан 11 соединяет устройство с системой откачки. В трубопроводе 7 между откачанным источником света 8 и клапаном 10 помещен корпус устройства ловушки, с внешней стороны трубопровода на уровне кольца закреплен электрический нагреватель 12.

В исходном состоянии весь объем устройства до клапана 6, который закрыт, и объема источника света 8 откачивают до давления  $P=10^{-2}-10^{-3}$  мм рт.ст. Давление паров ртути, превышающее установленное значение, снижают регулятором давления 4, и пары ртути попадают в конденсатор 3, откуда в виде жидкой ртути – в емкость 1 с подогревом. Далее осуществляют дозировку паров ртути в емкость 5 для выравнивания давления. В этом случае клапаны 9, 10, 11 закрыты, а клапан 6 открыт. Дозировка паров ртути в объем откаченного источника света 8 заканчивается выравниванием давлений между объемом ИС и уравнивающей емкостью 5. В этом случае клапаны 6, 11 закрыты, а клапаны 9 и 10 открыты. Прежде чем пары ртути попадут в откачанный ИС 8, капли конденсата в потоке паров ртути ударяются о стенки решетки, выполненной



Устройство наполнения парами ртути источников света: а) схема устройства; б) конструкция узла для испарения капель сконденсированной ртути

из металлических уголков 15, нагреваемой регулируемым электрическим подогревателем 14, растекаются по ней, нагреваются до температуры испарения ртути и вливаются в общий поток дозируемой паровой ртути.

Предлагаемая конструкция прибора была испытана в лабораторных условиях и показала

положительные результаты; на метод и конструкцию получен патент [2]. Прибор был испытан при дозировании различных типов жидкостей, что делает его более универсальным для применения в других областях техники с необходимыми конструктивными изменениями, где в качестве дозирующего элемента применяются агрессивные жидкости, и необходимым является точность дозирования и исключение попадания паров в окружающую среду [3, 4].

Для автоматизации процесса дозирования и исключения влияния человеческого фактора на ответственные операции дозирования дополнительно была разработана система автоматического управления [5, 6]: введен блок управления 13 на базе стандартного промышленного контроллера, один из входов которого соединен с регулятором давления, а другой – с датчиком наличия лампы в гнезде. Четыре выхода блока управления соединены с клапанами включения-выключения, два выхода с нагревателями и один выход с конденсатором паров ртути.

\*\*\*

В заключении отметим, что существующие методы и приборы для дозирования ртути и схожих по опасности веществ не обеспечивают герметичность и точность дозирования. И в результате этого происходит заражение окружающей среды, например, в производстве люминесцентных ламп.

Данное устройство позволяет уменьшить загрязнение окружающей среды за счет повышения точности дозирования путем конденсирования капель ртути, которые могут образовываться в трубопроводе. Ведь при попадании из трубопровода в источник света капли могут нарушить режим наполнения и даже разрушить источник.



Модификация предлагаемого прибора может быть использована для изготовления других устройств в случаях, где применяются опасные жидкости. Таким образом устройство дозирования ртути имеет расширенные возможности применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Федоров В.В.** Производство люминесцентных ламп. – М.: Энергоиздат, 1981.
2. Патент 2303313 РФ. Способ наполнения парами ртути источников света и устройство для его осуществления / Александров А.И., Байнева И.И.; заявитель и патентообладатель Мордовский государственный университет им.Н.П.Огарева: RU 2303313, МПК7 H01J 61/28, опубл. 20.07.2007.
3. **Александров А.И., Байнева И.И.** Дозаторы ртути для наполнения люминесцентных ламп. – Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. VI Международ. науч.-техн. конф., Саранск, 23-24 окт. 2008 г./ редкол.: проф. Л.В.Абрамова (отв.ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008, с.72.
4. **Александров А.И., Байнева И.И.** Создание промышленного образца для дозирования агрессивных или экологически опасных жидкостей и организация его серийного производства: Каталог "Первый Российский Форум "Российским Инновациям – Российский Капитал". VI Ярмарка бизнесангелов и инноваторов, Чебоксары, 2008.
5. **Байнев В.В., Байнева И.И.** Разработка дозатора ртути и системы автоматического управления процессом дозирования. Вакуумная техника и технология: Сб. науч. тр. V Российской студен. науч.-техн. конф. Казань, 19-21 апреля 2011г.: Изд-во КГТУ, 2011, с.75.
6. Заявка №2011112886 на полезную модель. Устройство для наполнения парами ртути источников света / Байнева И.И., Бальзамов А.Ю., Байнев В.В., решение о выдаче патента от 17.05.2011.