

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Плющай Николай Владимирович*

студент

*Пояркова Екатерина Дмитриевна*

студентка

*Филимонова Александра Александровна*

ассистент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

### ПРОВОДИМОСТЬ ИОНИЗОВАННЫХ ГАЗОВ В ПЛАМЕНИ

*Аннотация:* в работе рассмотрено явление проводимости тока ионизированными газами, которое позволило создать ряд приборов для контроля над пламенем и обеспечением безопасности работы систем теплообеспечения.

*Ключевые слова:* газ, ионизация, пламя, контроль, безопасность.

Существуют три основные группы проводников электрического тока: проводники первого, второго рода и полупроводники. У проводников первого рода электрическая проводимость определена свободными электронами, а у проводников второго рода – ионной проводимостью, в полупроводниках прохождение тока обеспечивают возбужденные электроны и «дырки» – свободные места на энергетических уровнях, которые покинули возбужденные электроны. В работе рассмотрена проводимость ионизованных газов в пламени.

При невысоких температурах части атомов может хватать энергии для того, чтобы происходили неупругие соударения, которые выбивают внешние электроны молекул, в результате чего в газе образуется пара заряженных частиц – заряженный ион и свободный электрон. Но одновременно с ионизацией происходит обратный процесс – рекомбинация свободных ионов и электронов при соударениях, что приводит к образованию нейтрального атома, протекающая с выделением энергии, то есть полное возвращение в прежнее состояние. Поэтому

среда остается непроводящей. Для того чтобы произошла ионизация атома необходимо нагреть. При сообщении атому достаточно высоких энергий для преодоления потенциала электрона на уровне, валентный электрон может быть удален из атома. У различных электронов он находится в пределах от 4 до 40 эВ (электронвольт).

$$\Delta E_{\text{кин}} \geq e_0 * U_{\text{и}}$$

Где  $\Delta E_{\text{кин}}$  – приращение кинетической энергии электрона на внешнем уровне;  $U_{\text{и}}$  – потенциал ионизации электрона на этом уровне;  $e_0$  – заряд электрона.

Ионизированный газ характеризуется концентрацией заряженных частиц, степенью ионизации, проводимостью, скоростью рекомбинации и скоростью образования ионов. Проводимость является функцией температуры и концентрации заряженных частиц:

$$\sigma = \frac{e^2}{\sqrt{3m_e kT}} \cdot \frac{n_e}{n_a Q_a + n_i Q_i}$$

Где  $n_a$  – концентрация нейтральных частиц;  $n_i$  – концентрация положительных ионов;  $n_e$  – концентрация электронов;  $k$  – постоянная Больцмана;  $T$  – температура;  $Q_a$  и  $Q_i$  – сечения воображаемой сферы, в центре которой находится частица, причем, при прохождении другой частицы в пределах этого сечения они сталкиваются.

Проводимость ионизированных газов вызвана упорядоченным движением свободных электронов и ионов в электрическом поле. При наличии разности потенциалов на электродах, помещенных в ионизированный газ, положительные ионы смещаются к электроду с меньшим потенциалом, а электроны – с большим. Это происходит при смещении хотя бы части заряженных частиц, другая их часть движется в область убывания концентрации этих частиц, что и создаёт так называемый ток ионизации [1].

Теперь скажем о применении свойства проводимости ионизированных газов. Контроль наличия пламени запальника в большинстве случаев осуществля-

ется ионизационным электродом, который соединяется с входом прибора контроля наличия пламени. Если при горении пламени горелки образуется достаточное количество свободных электронов и отрицательных ионов, то в автомате горения срабатывает пороговое устройство разрешающее работу основной горелки. В случае если интенсивность ионизации падает ниже определенного уровня, то основная горелка отключается.

Автомат горения часто выполняет не только функцию контроля наличия пламени – на нем строится вся автоматика управления розжигом и работой газовой горелки. Ионизационные приборы контроля пламени основываются на транзисторах или микросхемах, в более современных образцах. Такие приборы необходимы в котлах отопления, например, жилых помещений, и промышленных печах, для перекрытия подачи топлива при непредусмотренном угасании факела пламени [2].

Преимущества ионизационного метода:

1. Надёжность.
2. Фиксирует само наличие пламени, вне зависимости от его силы.
3. Простота в эксплуатации.
4. Отсутствие редких и дорогих деталей в конструкции и, как следствие, относительно небольшая стоимость.

Из недостатков выделим:

1. Загрязнение электрода и искажение показаний из-за оседания токопроводящей пыли на запальное устройство.
2. Обгорание изоляции электрода и искажения показаний из-за контакта электрода с корпусом горелки.
3. Ионизационный электрод из-за его нагрева в процессе контроля горения запальника может воспламенить и основную горелку.

Проводимость тока ионизированными газами позволила создать ряд приборов для контроля над пламенем и обеспечением безопасности работы систем теплообеспечения.

***Список литературы:***

1. Будагов Ю.А. Ионизационные измерения в физике высоких энергий. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Мавлютов Р. Большая Энциклопедия Нефти и Газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>