

## Список использованных источников

1. Композиционный материал для защиты от электромагнитного излучения пат. 2324989 С2 РФ, МПК G12B 17/02, H05K 9/00, B82B, 1/00 / Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей»; заявители Кузнецов, П.А., Фармаковский Б.В., Аскинази А.Ю., Песков Т.В., Бибииков С.Б., Куликовский Э.И., Орлова Я.В. № 2006121824/28; заявл. 19.06.2006; опубл. 20.05.2008 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам – 2008. – № 14. – С. 5.

УДК 62-242

### **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВВОДОВ В ВАКУУМНУЮ КАМЕРУ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

**Серко А.В.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. физ-мат. наук, доцент Босьяков М.Н.*

Аннотация:

В статье даны определения и назначения, определены принципы работы вакуумных электрических вводов. Приведены чертежи вводов, используемых на предприятии ГНУ Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси.

Вакуумные вводы используют для передачи электрической энергии механизмам и узлам, находящимся в вакуумных камерах технологического оборудования, при этом, они должны быть изолированы от корпуса вакуумной камеры.

Электрические вакуумные вводы в зависимости от назначения и особенностей технологического процесса могут быть низковакуумными и высоковакуумными, низковольтными или высоковольтными [1].

Электрические вакуумные вводы делятся на:

- токовводы;

- термодарные вводы.

Токовводы состоят из металлокерамических соединений, при этом керамика используется для изоляции проводников от несущего фланца. Наряду с герметичностью в высоком и сверхвысоком вакууме электрические вводы должны быть устойчивы к очень высокой или низкой температуре, а также к химически агрессивным средам. Принципиально любой электрический вакуумный ввод состоит из двух частей: токоввод, изолятор, который изолирует токоввод от корпуса, как показано на рисунке 1.

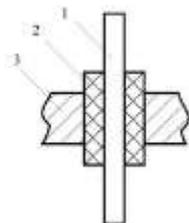


Рис. 1. Принципиальная схема электрического вакуумного ввода:  
1 – токоввод, 2 – изолятор, 3 – стенка корпуса вакуумной камеры

На рисунке 2 приведен чертеж токоввода, который используется в установках ионного азотирования, производимых на ГНУ Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси.

Корпус токоввода 1 крепится к соответствующему фланцу на днище основания камеры с помощью двух стяжек 17 и двух болтов М10. Для вакуумного уплотнения соединения служит резиновая прокладка 6. Подвод электрической мощности осуществляется с помощью изготовленного из нержавеющей стали стержня 7, к нижней части которого крепится клемма силового фидера, а к верхней - гибкий подвод электрической мощности к катоду. Стержень 7 фиксируется в корпусе токоввода и изолируется от него с помощью керамических втулок 35, 36, фторопластовой втулки 13 и прокладки из термостойкой резины 9. Прокладка 9 также служит для вакуумного уплотнения между стержнем и корпусом токоввода. Затяжка прокладки и фиксация стержня в корпусе достигается с помощью гайки 16, которая прижимает стержень через металлическую прокладку 15 и диэлектрическую втулку 14. Силовой фидер устанавливается с помощью фланца 11 на стяжках 17. Стакан 12

служит для предохранения от контакта оператора установки с токоведущими частями токовода.

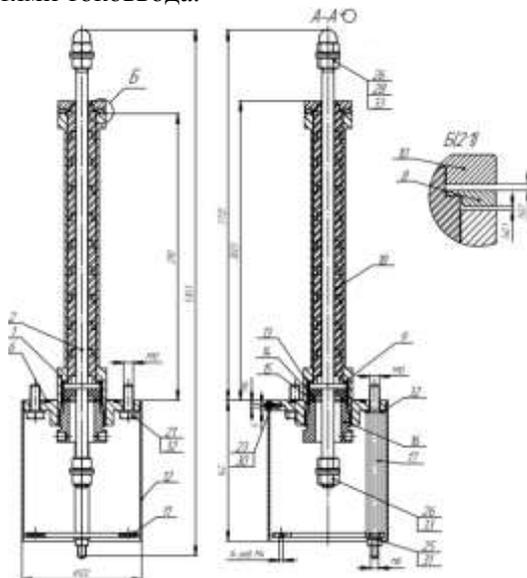


Рис. 2. Чертеж токовода, используемого в установках ионного азотирования на ГНУ Физико-техническом институте национальной академии наук Беларуси

Щелевые зазоры между шайбой 10 и корпусом 1, между шайбами 8 и 10 служат для развязки высокого напряжения, под которым находится втулка 8 и заземлённого корпуса токовода в условиях горения разряда. Величина щелевого зазора должна быть в пределах 0,8...1 мм. Шайба 10 находится под плавающим потенциалом (до 60 В). После установки токовода камеру необходимо откачать до остаточного давления и проверить на натекание.

Термопарный ввод предназначен для ввода термопары в разрядное пространство камеры. Температура вычисляется из значений термоэлектродвижущей силы или Термо-ЭДС. Термо-ЭДС возникает вследствие разделения зарядов, вызываемого разностью температур между концами электрического проводника. Она зависит от материала проводника и приблизительно пропорциональна перепаду температуры. Термоэлементы (термопары) состоят из двух различных металлов, соединённых на одном конце. Термоэлементные вводы проводят тер-

моэлектродвижущую силу из вакуумной камеры к наружному измерительному прибору, с помощью которого определяется температура. При выборе материалов необходимо учитывать наибольшую Термо-ЭДС, линейность и антикоррозийную устойчивость. В зависимости от области применения термоэлементы изготавливаются из благородных и неблагородных металлов и их сплавов. Характерные сплавы для термоэлементов - алюмель (никель, алюминий и марганец), хромель (никель и хром) и константан (медь и никель) см. таблицу 1.

Таблица 1. Характерные материалы проводников и диапазон температуры

<b>Термоэлемент (кодировка ANSI)</b>	<b>Материал</b>	<b>Полярность</b>	<b>Измеряемый диапазон температуры [°C]</b>
T	Медь константан	+ -	-200...+350
K	Хромель алюмель	+ -	-200...+1250
R/S	Платина, родий	+ -	0...+1450
J	Железо константан	+ -	0...+750
E	Хромель константан	+ -	-200...+900
C	Вольфрам рений	+ -	0...+2315

Для контроля температуры обрабатываемых изделий при ионном азотировании используются хромель-алюмелевые термопары. Для предохранения наружной оболочки термопарного кабеля от азотирования в плазме, приводящего к её охрупчиванию, термопара защищена медной оплёткой соответствующего диаметра.

Корпус термопарного ввода крепится к фланцу со стороны днища основания камеры. Для вакуумного уплотнения соединения служит прокладка из термостойкой резины 6. Конструктивно термопарный ввод подобен токовводу. Стержень 16 выполнен со сквозным отверстием для прохождения термопары. В нижней части стержня обеспечивается вакуумное уплотнение термопары по внутренней поверхности стержня и оболочке термопары с помощью резиновой прокладки 21, втулки 18 и гайки 19. При работе оборудования термопара находится под плавающим (до 60 В) потенциалом.

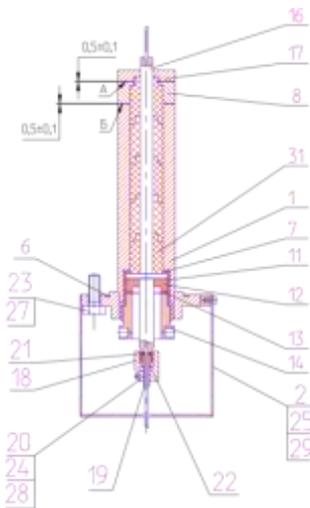


Рис. 3. Чертеж термпарного ввода, используемого в установках ГНУ  
Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси

Для изготовления термпарных вводов иногда используется не сам сплав, а так называемый компенсационный материал ("компенсационный провод"). Компенсационные материалы характеризуются термоэлектрическими свойствами, подходящими для материала того или иного термоэлемента. Примеры материалов приведены в таблице 1.

#### **Список использованных источников:**

1. Вакуумная техника: справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. – 590 с.