

- 4) улавливание пыли в сухом виде;
- 5) почти постоянное гидравлическое сопротивление аппарата;
- 6) простота изготовления;
- 7) сохранения высокой фракционной эффективности при увеличении запыленности газов;

Недостатки циклонов:

- 1) высокое гидравлическое сопротивление (1250-1500 Па);
- 2) низкая эффективность улавливания частиц размером менее 5 мкм;
- 3) невозможность использования для улавливания слипающей пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комарова, Л. Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений. Учебное пособие / Л. Ф. Комарова, Л. А. Кормина. – Барнаул: Изд-во «Алтай», 2000. – 387 с.

2. Отопление и вентиляция. Часть 2 «Вентиляция» / В.Я. Богословский [и др.]. – Москва: СТРОИЗДАТ, 1976. – 438 с.

УДК 621.793.

Утекалко И.В., Воробьев Д.Д.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ НИОБИЯ НА ОСНОВУ ИЗ МЕДИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент
Вегера И.И.*

Технология электронно-лучевой обработки является очень актуальной на сегодняшний день. Процесс этот происходит исключительно в вакууме, что положительно сказывается на

чистоте обрабатываемого материала. Технология включает в себя плавку, испарение и сварку материалов.

В конструкции электронно-лучевой пушки присутствуют сверхпроводящие резонаторы. Они служат для уменьшения сопротивления пучка электронов, создаваемой пушкой, тем самым уменьшает затраты на электроэнергию.

Что же такое сверхпроводимость? Наиболее интересным открытием в этой области было проведено датским физиком Х. Каммерлинг-Оннесом в 1911 году. При некоторой определенной температуре $T_{кр}$, различной для разных веществ, удельное сопротивление скачком уменьшается до нуля. Критическая температура у ртути равна 4,1 К, у алюминия 1,2 К, у олова 3,7 К. Сверхпроводимость наблюдается не только у элементов, но и у многих химических соединений и сплавов. Например, соединение ниобия с оловом (Ni_3Sn) имеет критическую температуру 18 К. Некоторые вещества, переходящие при низких температурах в сверхпроводящее состояние, не являются проводниками при обычных температурах. В то же время такие «хорошие» проводники, как медь и серебро, не становятся сверхпроводниками при низких температурах [1].

Ниобий – химический элемент, занимает место в V группе таблицы Менделеева, атомный номер – 41, атомная масса 92,9. Плавится и кипит при температурах 2468 и 4927 °С, соответственно. Плотность вещества при комнатных условиях оценивается как 8.57 грамм в кубическом сантиметре. Металл обладает парамагнитностью.

Химические свойства ниобия и танталу также достаточно близки. Металлы отличаются высокой устойчивостью к воздействию отрицательных температур и большинства агрессивных сред. Например, заметное окисление Nb на воздухе наблюдается только при нагреве вещества свыше 200 °С, но изменение химического состава начинается уже при 75 °С.

Ниобий и его сплавы используются как конструкционные материалы для деталей реактивных двигателей, ракет, газовых турбин, химической аппаратуры, электронных приборов, электрических конденсаторов, сверхпроводящих устройств [2].

Для изготовления резонаторов требуется сверхчистый ниобий, и техпроцесс их изготовления, с учетом химических свойств ниобия, может стоить нескольких тысяч долларов.

Так для удешевления был разработан метод нанесения ниобия на медь, а точнее на внутреннюю часть резонатора, что позволило уменьшить стоимость одного резонатора в несколько раз.

Процесс нанесения ниобия на медь заключается в испарении ниобия пучком электронов (Рис.1) и последующим осаждением его на медную основу. Луч управляется электромагнитным полем, создаваемое катушками. Данный техпроцесс был проведен на установке вакуумной модели ВУ-1А в вакууме давлением $5 * 10^{-3}$ Па, что является обязательным условием.



Рисунок 1 – Вакуумная установка модели ВУ-1А

Установка вакуумная моделей ВУ-1А (Рис.2) предназначена для нанесения покрытий на детали методом резистивного и электронно-лучевого испарения диэлектриков, полупроводниковых материалов и металлов с одновременным контролем толщины покрытия.

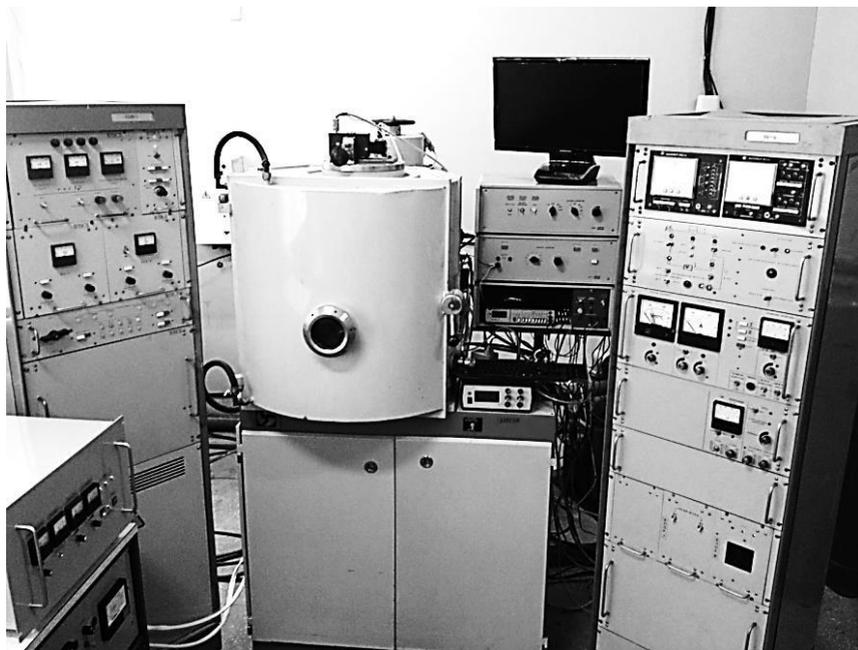


Рисунок 2. Вакуумная установка модели ВУ-1А [3]

Для достижения чистого вакуума была проведена модернизация установки по замене высоковакуумного паромасляного насоса на турбомолекулярный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Явление сверхпроводимости. Свойства сверхпроводников. Применение сверхпроводимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studopedia.org/3-11359.html>. – Дата доступа : 19.10.2018.

2. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://xlom.ru/spravochnik/niobij-svoystva-primenenie-i-splavy-niobiya/> – Дата доступа : 19.10.2018.

3. Паспорт установки вакуумной ВУ-1А 1984.00.00 000 ПС.