

книга», Издательство Московского государственного горного университета. – 2009. – 397 с.

2. Смычник, А. Д. Технология и механизация разработки калийных месторождений: учеб. пособие/А. Д. Смычник, Б. А. Богатов, С. Ф. Шемет. 2-е изд. доп. и перераб. Мл.: Юнипак, – 2005. – С.– 224 с.

3. Воронова, Н. П. Математическое Моделирование и управление теплотехнологиями промышленных производств: монография / Н. П. Воронова. – Минск: БНТУ, – 2009. – С. – 260 с.

4. Рябушко, А. П. Высшая математика: теория и задачи: учеб. пособие. В 5ч. – Ч.1. Линейная и векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление функций одной переменной / А. П. Рябушко, Т. А. Жур, 2-е изд. – Минск: Высшая школа, – 2017. – С. 303.

УДК 539.23

### **Повышение качества нанопленок**

**Пантеенко В. Е., студент,**

**Петров С.В., студент**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: старший преподаватель Орлова Е. П.*

Аннотация:

В данной статье рассматривается проблема недостаточного сцепления нанопленок с поверхностью материала, а также пути решения данной проблемы.

Тонкие пленки представляют собой слой конденсированного вещества менее 2,5 мкм. Они широко применяются в качестве упрочняющих, проводящих и диэлектрических материалов при изготовлении контактов и интегральных схем в микроэлектронике.

Нанесение нанопленок на интегральные микросхемы схемы позволяют уменьшить массу и габариты, увеличить надежность и проводимость схемы. Благодаря нанопленкам, платы и схемы меньше греются и в последствии этого не так изнашиваются, как при нанесении толсто пленочных покрытий.

Существует несколько методов нанесения нанопленок: химическое осаждение из газовой фазы, физическое осаждение из паровой фазы и атомно-слоевое осаждение.

При химическом осаждении из газовой фазы, атомы могут осаждаться при плазменной стимуляции, при низких давлениях, посредством лазерного облучения и фотохимических реакций, и т.д. Все перечисленные методы выполняются в вакуумной среде при использовании летучего материала прекурсора (материал, участвующий в реакции, а также приводящий к образованию целевого вещества).

При физическом осаждении из паровой фазы, напыление происходит под действием тепловой энергии с помощью испарения или распыления.

Атомно-слоевое осаждение – метод для получения очень однородных и конформных нанотонких пленок, которые могут использоваться в широком диапазоне применений для геометрически сложных форм и криволинейных поверхностей, а также на материалы подложки.

Образование нанопленок на материалах довольно дорогостоящий процесс и имеет много нюансов. Так, например, получение многофункционально-защитной наноразмерной пленки, в частности, для модификации поверхностей, с целью улучшения их свойств, имеет такую проблему, как отсутствие достаточного сцепления покрытия с поверхностью (из-за того, что данный процесс является многостадийным).

Однако, данная проблема решаема. Недостаточное сцепление возникает из-за того, что отсутствует активация поверхностного слоя. Исходя из этого, материал необходимо подвергнуть внекамерной и внутрикамерной подготовке.

При обезжиривании современными растворителями с применением ультразвукового оборудования открываются микропоры и приводится в активное состояние поверхностная модификация. Чистый и обезжиренный материал помещается в вакуумную камеру, после чего производится нагрев подложек трубчатými электронагревателями (ТЭН). Материал необходимо разогреть от 70 °С до 80 °С. Важно отметить, что при нагреве до температуры меньше 70 °С, микропоры материала не открываются, что приводит к отсутствию адсорбции молекул композиционного состава.

В конечном счете, такая программа подготовки материала позволит достичь лучшего сцепления покрытия с поверхностью материала.