

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ
КОНДЕНСИРОВАННОЙ ФАЗЫ,
ИХ СРАСТАНИЕ
(КОАЛЕСЦЕНЦИЯ)**

Коалесценция является одной из основных стадий роста пленки. Она протекает после того, как на поверхности образуются частицы конденсированной фазы, плотность и степень заполнения поверхности которых достигают критических значений. Островки конденсата по мере их роста вступают в контакт друг с другом и, в итоге, образуют пространственную сетку. Процесс слияния вначале протекает очень быстро, а затем после возникновения сетки существенно замедляется. В процессе взаимодействия частиц при достаточно высоких температурах возможно их перемещение по поверхности. В этом случае на поверхности образуются участки, свободные от конденсированной фазы и на которых возможно протекание процессов вторичного зародышеобразования. На стадии коалесценции, в зависимости от условий осаждения и природы материалов покрытия и подложки, размер частиц составляет 50...500 Å.

Достаточно обосновано утверждение о том, что процесс коалесценции при достаточно высокой температуре подложки подобен процессу слияния двух капель жидкости. Слияние жидкоподобных островков происходит быстро, и уже за время $t=0,1$ с образуется большая частица. В этом случае процесс коалесценции происходит, в основном, в результате протекания процессов объемной диффузии. Данный процесс является энергетически выгодными, т.к.

$$\Delta G_1 + \Delta G_2 > \Delta G_{\Sigma}$$

Здесь ΔG_1 и ΔG_2 – свободная энергия Гиббса первого и второго островков; ΔG_{Σ} – свободная энергия Гиббса образовавшейся крупной частицы.

Стадия коалесценции может наблюдаться и при взаимодействии кристаллических микрочастиц. В этом случае основным механизмом массопереноса является поверхностная диффузия. Для кристаллических пленок стадия коалесценции является очень важной, т.к. она определяет дисперсность покрытия, характер распределения и плотность дефектов, структуру межкристаллитных зон.

В общем случае кинетика слияния островков может быть описана уравнением

$$\frac{x^n}{R^m} = A(T)t,$$

где x – радиус зоны контакта (рисунке 7.6); n, m – характеристики коалесценции, зависящие от механизма слияния (если основной механизм слияния – объемная диффузия, то $n=5; m=2$, если же основной механизм переноса массы – поверхностная диффузия, то $n=7; m=3$); $A(t)$ – кинетическая функция, зависящая от температуры поверхности и физических констант материалов покрытия и подложки.

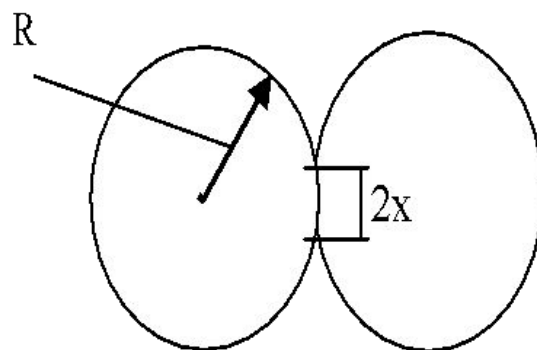


Рисунок 7.6 – Схема контакта двух частиц при коалесценции

Считается, что на начальной стадии рост шейки происходят, в основном, в результате переноса уже осажденного материала, а на поздних стадиях слияние обусловлено преимущественным осаждением вновь поступающих атомов на участки с повышенной кривизной.

В ряде случаев, например, при осаждении покрытия из ионизированных потоков на диэлектрические подложки существенное влияние на коалесценцию оказывают электростатические взаимодействия, и эффективным технологическим приемом ее регулирования является создание внешнего электрического поля.