

**УДК 533.599**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА ПОДЛОЖКОДЕРЖАТЕЛЯ**

Лысов Леонид Евгеньевич <sup>(1)</sup>, Кулаков Вадим Андреевич <sup>(2)</sup>,  
Попков Михаил Геннадьевич <sup>(3)</sup>, Гусейнов Бегляр Рауфович <sup>(4)</sup>,

*Студент 3 курса <sup>(1)</sup>, студент 4 курса <sup>(2)</sup>, магистрант 2 года <sup>(3)</sup>, студент 3 курса <sup>(4)</sup>,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет им Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: С.Ю. Хыдырова,  
ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

На сегодняшний день сверхпроводящие плёнки играют большую роль в производстве высокотехнологичного оборудования и изделий. В качестве материала для основы плёнок могут быть использованы такие соединения с ниобием, как Nb<sub>3</sub>Ge Nb<sub>3</sub>Si Nb<sub>3</sub>Al. При правильном формировании их критическая температура T<sub>c</sub> лежит в районе 20К, что существенно выше других сверхпроводящих материалов.

Высокая критическая температура достигается за счёт кристаллической структуры типа A15 [1], которая формируется нагрете подложки до температур в диапазоне 700-900 К, однако известны случаи, когда такой тип кристалличности получили при температурах в районе 500 К [1] При более низких температурах нагрева аморфная структура полностью не перейдёт в кристаллическую, но это внесёт большой вклад в повышение критической температуры.

С этой целью в установке магнетронного распыления ВУП-11М был установлен керамической нагреватель на подложкодержателе, скорость нагрева которого, а также максимальная температура, были измерены при помощи термопары типа К и контроллера Arduino. Приложенное к нагревателю напряжение ограничивается значением в 120 В, т.к. бóльшие его значения в вакууме могут вызвать пробой. Эксперимент важно проводить в тех условиях, в которых будет работать нагреватель, потому эксперимент проводится при остаточном давлении  $4 \cdot 10^{-2}$  мбар и напряжениях до 120 В.

На основании полученных в эксперименте данных была графически описана зависимость температуры подложкодержателя, вала и нагревателя от времени при приложении электрического напряжения величиной 120 В (Рис. 1). Что в дальнейшем может быть использовано при проведении процессов осаждения.

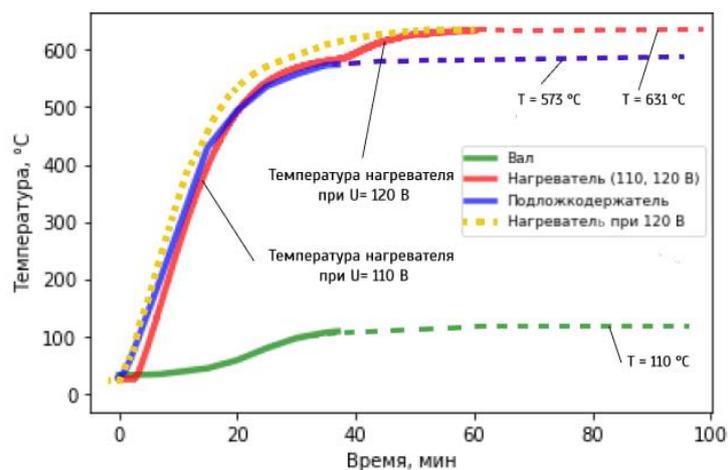


Рис. 1 Зависимости температур вала, подложкодержателя и нагревателя от времени

Таким образом, максимальная температура подложкодержателя при напряжении  $U = 120 \text{ В}$  –  $573 \text{ }^\circ\text{C}$ , вала –  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ . Данной температуры достаточно для формирования тонкопленочных покрытий с кристаллической структурой типа A15, однако температура вала превышает температуру токосъёмника, что требует создания теплоизоляции или замены токосъёмника.

## Литература

1. R. H. Buitrago, L. E. Toth, A. M. Goldman; Superconducting Tc's and phase relationships of sputter-deposited Nb3Ge. J. Appl. Phys. 1 February 1979; 50 (2): 990–996.