

О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ КРИОТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА РЕЛАКСАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ С УПРАВЛЯЕМОЙ ЧАСТОТОЙ

В.А.Рахубовский

*Национальный научный центр "Харьковский физико-технический институт",
г.Харьков, 61108, ул. Академическая, 1, Украина, тел.40-44-48*

Проведены исследования криотронного генератора релаксационных колебаний с управляемой частотой, построенного из проволочных двухобмоточных криотронов. Вентили криотронов изготовлены из сплава $Sn + 1\%Sb$. Представлены сравнительные характеристики генераторов, построенных из обычных и сплавных двухобмоточных криотронов. Показано, что использование сплавных двухобмоточных криотронов приводит к улучшению (на порядок) основных характеристик генератора.

ВВЕДЕНИЕ

Криотронный генератор релаксационных колебаний (КГРК) является преобразователем постоянного тока питания в переменный ток, частота которого зависит от величины тока питания, температуры вентилей криотронов и внешнего магнитного поля. Как показано в [1], КГРК может быть использован в технике физического эксперимента при гелиевых температурах в качестве преобразователя малых постоянных напряжений в переменные термометра, амперметра, индикатора слабых магнитных полей, указателя уровня жидкого гелия. Особый интерес представляет КГРК с управляемой частотой, используемый в качестве амперметра для измерения тока в сверхпроводящих цепях. Он представляет собой устройство, в котором посредством тока в дополнительных сверхпроводящих обмотках криотронов возможно управлять частотой генератора независимо от тока питания. В работе [2] был исследован КГРК, построенный из проволочных двухобмоточных свинцово-оловянных криотронов¹. С целью улучшения эксплуатационных характеристик КГРК нами был построен и исследован в работе генератор из проволочных двухобмоточных криотронов, вентили которых изготовлены из сплава $Sn + 1\%Sb$ ². Добавление к олову 1 мас.% Sb практически не изменяет T_K вентилей, но значительно увеличивает сопротивление вентилей криотрона в резистивном состоянии.

Так, если сопротивление вентилей обычного криотрона $\sim 10^{-4}$ Ом, то сопротивление вентилей сплавного криотрона $1,9 \cdot 10^{-3}$ Ом. Это приводит к

¹ Такие криотроны будем называть в дальнейшем обычными криотронами.

² Такие криотроны будем называть сплавными криотронами.

уменьшению в 20 раз постоянной времени криотрона [3] и соответственно к повышению частоты генератора.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Были проведены экспериментальные исследования работы 3-х каскадного КГРК с управляемой частотой, построенного из сплавных криотронов. Исследования проводились в жидком гелии при $T=3,62$ К. Для стабилизации частоты генератор помещался в защитный экран [4]. Результаты исследований показаны на рис. 1-3.

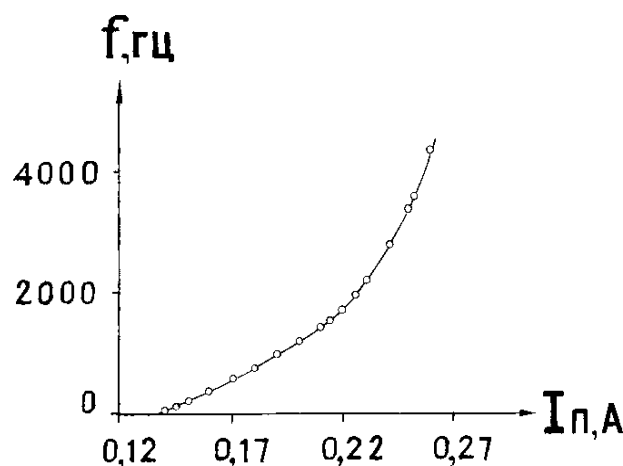


Рис. 1. Частотно-токовая характеристика КГРК
при $T = 3,62$ К, $I_y = 0$

Характеристики 3-х каскадных КГРК, построенных из обычных и сплавных криотронов приведены в таблице

Таблица

1		2	3
D_{ω}	Гц	30-150	50-4000
D_I	А	0,22-0,42	0,14-0,27
D_y	А	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$
S_I	Гц/А	$6,4 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^4$
S_y	Гц/А	$1 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^4$
S_T	Гц/К	$2 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^4$
ΔF	Гц	0,1	0,5

D_{ω} – диапазон частот; D_I – диапазон изменения тока питания; D_y – диапазон изменения тока управления; $S_I = \frac{\partial F}{\partial I_n}$ – чувствительность к току питания; $S_y = \frac{\partial F}{\partial I_y}$ – чувствительность к току управления; $S_T = \frac{\partial F}{\partial T}$ – чувствительность к температуре; ΔF – средняя квадратическая погрешность измерения [5]; 2 – КГРК из обычных криотронов; 3 – КГРК из сплавных криотронов. Величины $S_I, S_y, S_T, \Delta F$ получены при $T = 3,62$ К и для середины частотного диапазона КГРК: $F = 80$ Гц для КГРК из обычных криотронов; $F = 1450$ Гц для КГРК из сплавных криотронов.

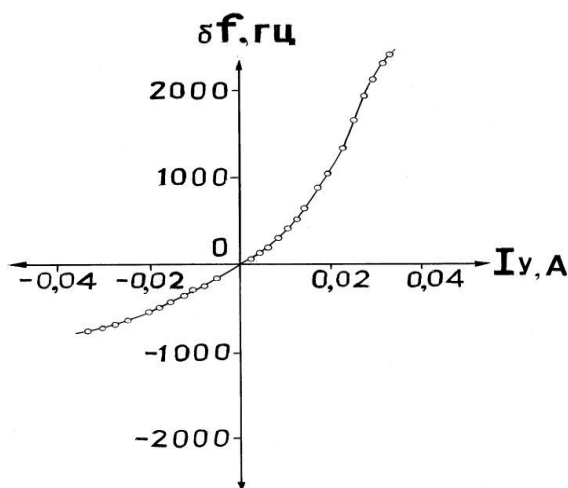


Рис. 2. Изменение частоты $\delta F = F - F_0$ КГРК от величины тока управления при $T = 3,62$ К, $I_n = 0,21$ А, $F_0 = 1450$ Гц

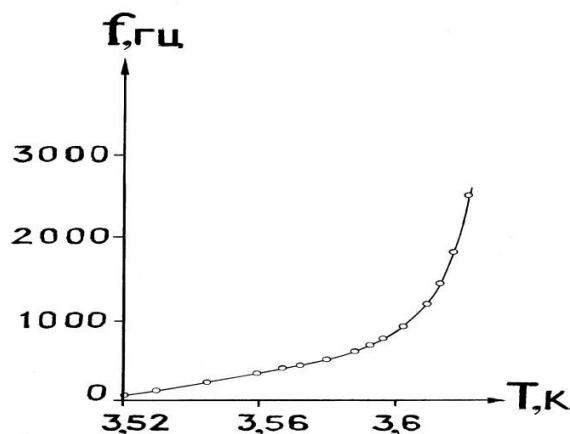


Рис. 3. Частотно-температурная характеристика КГРК при $I_n = 0,235$ А, $I_y = 0$

Как видно из таблицы, КГРК из сплавных криотронов имеет больший (в 20 раз) частотный диапазон, большую (в 30 раз) чувствительность к току управления, большие (в 40 раз) чувствительности к току питания и температуре по сравнению с КГРК из обычных криотронов. Так как характеристики $F = f(I_n)_{T, I_y}$, $F = f(T)_{I_n, I_y}$ и $F = f(I_y)_{T, I_n}$ являются нелинейными в значительной области параметров I_n, I_y, T , то такой КГРК наиболее удобно использовать в качестве сверхпроводящего нуля-индикатора [6], измерителя малых разностей температур, индикатора установления рабочей температуры жидкого гелия в криостате.

ВЫВОДЫ

КГРК с управляемой частотой из сплавных криотронов является простым и удобным в эксплуатации устройством, позволяющим измерять токи $\sim 10^{-4}$ А в сверхпроводящих цепях с погрешностью $\sim 2 \cdot 10^{-5}$ А и разности температур $\sim 10^{-4}$ К с погрешностью $\sim 7 \cdot 10^{-6}$ К. Он может быть использован как многофункциональный прибор в технике физического эксперимента при гелиевых температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я.С.Кан, В.А.Рахубовский. Некоторые применения криотронных генераторов релаксационных колебаний для исследований при низких температурах // *Электронная техника. Серия 15. Криогенная электроника*, 1971, вып.1(3), с. 72-78.
2. Я.С.Кан, В.А.Рахубовский. Криотронный генератор релаксационных колебаний с управляемой частотой // *ПТЭ*. 1966, № 1, с. 221-222.

3. Я.С.Кан, В.А.Рахубовский. *Использование проволочных криотронов в вычислительных и измерительных устройствах*: Препринт ХФТИ 74-29, Харьков:ХФТИ, 1974, с. 4.
4. Я.С.Кан, В.А.Рахубовский. О частотной неустойчивости криотронного генератора релаксационных колебаний // *Измерительная техника*. 1967, № 8, с. 94-95.
5. А.В.Фремке. *Электрические измерения*. М.: «Госэнергоиздат», 1963, с. 23-26.
6. Я.С.Кан, В.А.Фролов. Исследования структуры промежуточного состояния, создаваемого током в монокристаллических и поликристаллических сверхпроводниках. 1. Измерение на олове вблизи T_c // *ФНТ*. 1978, т. 4, № 1, с. 17-31.

ПРО ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРІОТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА РЕЛАКСАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ З КЕРОВАНОЮ ЧАСТОТОЮ

В.А.Рахубовский

*Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут"
вул. Академічна, 1, Харків, 61108, Україна, 40-44-48*

Проведено дослідження кріотронного генератора релаксацийних коливань з керованою частотою, побудованого з дрових двухобмоточних кріотронів. Вентилі кріотронів виготовлені зі сплаву $Sn + 1\%Sb$. Представлені порівняльні характеристики генераторів, побудованих зі звичайних і сплавних двухобмоточних кріотронів. Показано, що використання сплавних двухобмоточних кріотронів приводить до поліпшення (на порядок) основних характеристик генератора.

ON SOME CHARACTERISTICS OF THE FREQUENCY-CONTROLLED CRYOTRON GENERATOR OF RELAXATION OSCILLATIONS

V.A.Rakhubovskii

*National Science Center "Kharkov Institute of Physics and Technology"
1 Akademicheskaya St, Kharkov 61108, Ukraine*

The frequency-controlled cryotron generator of relaxation oscillations fabricated on the basis of the wire double-wound cryotrons has been investigated. The cryotron gates were made of $Sn + 1\%Sb$ alloy. The comparison characteristics of the generators fabricated on the basis of the ordinary and alloyed double-wound cryotrons have been shown. It has been shown that the use of the alloyed double-wound cryotrons leads to the improvement (by one order of magnitude) of the main characteristics of a generator.