

**Российская Академия Наук  
Научный совет по проблеме "Физика низких температур"  
Министерство Науки Российской Федерации  
Российский Фонд Фундаментальных Исследований  
Фонд НИОКР Академии Наук Татарстана  
Казанский Государственный Университет  
Казанский Физико-Технический Институт КНЦ РАН  
Научно-образовательный Центр Казанского  
Государственного Университета REC-007**



**32 ВСЕРОССИЙСКОЕ  
СОВЕЩАНИЕ ПО ФИЗИКЕ  
НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Тезисы докладов секции NS:  
"Наноструктуры и Низкоразмерные Системы"**

**Казань, 3-6 октября 2000**

## ТОК ХОЛЛА И ПОТЕРИ В КОМПОЗИТНОМ КРИОПРОВОДНИКЕ

В.Р.Соболь<sup>1)</sup>, О.Н.Мазуренко<sup>1)</sup>, М.Золи<sup>2)</sup><sup>1)</sup> *Институт физики твердого тела и полупроводников НАНБ, г.Минск, Беларусь*<sup>2)</sup> *Dipartimento di Matematica e Fisica, Universita di Camerino, Italy*

Проблема оптимизации работы силовых обмоток различных электрических машин, ускорителей и преобразователей криогенного профиля, использующих аккумуляцию и локализацию энергии магнитного поля, предполагает применение разнообразных композитных проводников в качестве стабилизаторов. Такие проводники, состоящие из двух металлических компонент, позволяют сочетать высокие теплопроводящие и электропроводящие свойства различных материалов в едином элементе. Примером композита является пара металлов алюминий-медь. Однако технологически неустранимое магнитное поле в системе оказывает вредное воздействие на процесс переноса заряда в том смысле, что ухудшает электропроводящие качества композита. Большой уровень раскомпенсации электронных и дырочных объемов типичных, используемых для этой цели, металлов и соответствующие поперечные холловские поля стимулируют появление соответствующих токов Холла. В случае композитного проводника поперечный дрейф носителей вызван тем, что холловское поле одного из компонентов композита закорачивается другим компонентом и наоборот. Поперечный ток и соответствующее ему поле участвуют в формировании дополнительного механизма диссипации энергии. В целом существует несколько подходов к решению вопроса определения степени влияния поперечного тока на перенос заряда и резистивные свойства композитного проводника [1-3]. В настоящем докладе представлены некоторые результаты по развитию новых аппроксимаций к решению данной проблемы. Исходя из опыта изучения переноса заряда в металлах в классических геометриях Холла и Корбино, проблема переноса заряда в композитном проводнике рассматривается как промежуточный случай упомянутых геометрий. Рассмотрение проводится для массивного проводника, состоящего из компонент прямоугольного сечения, граница раздела которых нормальна вектору магнитного поля. Используются макроскопические соотношения для уравнения поля на основе

принципов неразрывности и потенциальности. Задача рассматривается для модельного приближения композита, состоящего из двух одинаковых по толщине и ширине прямоугольных компонент, одна из которых является алюминием, а другая его электронным аналогом. Другими словами, эта компонента отличается от алюминия тем, что имеет электронный тип проводимости, и знак ее коэффициента Холла отрицателен. Полученное решение представлено в виде эффективного удельного сопротивления композита  $\rho_{eff}$ :

$$\rho_{eff} = \frac{\rho_{xx}}{1 - (\omega\tau)^2 \frac{b}{t} \ln \left[ \frac{1 + \frac{t}{b}}{1 + (\omega\tau)^2 \frac{t}{b}} + 1 \right]}$$

Здесь  $\rho_{xx}$  - диагональная компонента тензора проводимости,  $\tau$  - время релаксации,  $\omega$  - циклотронная частота,  $t$  и  $b$  толщина и ширина образца. Данное выражение для сопротивления трансформируется в случае предельного перехода к виду магнитосопротивления одиночного проводника. В данной ситуации возможны два предельных перехода. Так, если толщина композита значительно больше его ширины и роль границы раздела в протекании заряда ничтожна, выражение для сопротивления трансформируется к виду, характерному для холловской геометрии, при которой дрейф частиц происходит, в основном, в поле Холла. Для случая, когда толщина композита очень мала по сравнению с шириной, и вклад границы раздела в перенос заряда и поперечный дрейф носителей является определяющим, выражение для удельного сопротивления трансформируется к виду, характерному для геометрии Корбино. В таком предельном случае дрейф частиц имеет место в поле, которое совпадает по направлению с транспортом, поле Холла вообще отсутствует, и реализуется сильная зависимость сопротивления от магнитного поля.

1. F.R.Fickett and C.A.Tompson, Adv. Cryog. Eng. 36, 671, 1990.
2. H.Kaneko and N.Yanagi, Cryogenics 32, 1114, 1992.
3. M.P.Krefta, O.R.Christianson, and J.H.Parker, Jr, Cryogenics 36, 291, 1996