

**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**

СКИНИРОВАНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА В НЕКОМПЕНСИРОВАННЫХ  
МЕТАЛЛАХВ.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*

Явление скинирования электромагнитного поля постоянного тока в твердотельных проводящих средах охватывает несколько областей, и существует ряд причин перераспределения плотности потока заряда по поперечному сечению проводника [1-3]. Для тонких образцов (длина пробега носителей велика по сравнению с характерными поперечными размерами образца), требующих применения микроскопического анализа, неоднородность формируется как результат воздействия поверхности на функцию распределения. Существенная роль поверхности сказывается и в макроскопических свойствах объемных проводников, у которых электронные и дырочные объемы скомпенсированы в значительной степени. В таких условиях магнитное поле дифференцирует поверхностную и объемную проводимость, а отсутствие поля Холла позволяет воздействовать этой особенностью на тензор сопротивления. Магнитное поле стимулирует перераспределение токовых линий в случае, когда существует градиентность проводимости вдоль потока заряда. В полуметаллах такая градиентность стимулирует скинирование потоков заряда и тепла. В некомпенсированных металлах также существует неоднородность тока, если образец находится в условиях воздействия магнитного поля, градиент которого параллелен транспорту. Характер распределения потенциала позволяет восстановить картину протекания тока через объем и связать уровень скинирования с масштабом неоднородности проводимости и другими параметрами среды. Данная картина была получена на основе анализа макроскопических уравнений поля, где градиентность проводящих свойств функционировала как результат воздействия поля на тензор проводимости.

Настоящее сообщение отображает результаты обобщения модельных представлений о скинировании постоянного тока в поликристаллических алюминиевых проводниках на более широкий класс материалов, принадлежащих к диапазону некомпенсированных металлов. Такой классический представитель криопроводников как медь, отличающийся от алюминия по типу изознергетической поверхности в слабом

магнитном поле, тем не менее, имеет качественно схожий механизм формирования резистивности в сильном поле, поскольку количественное различие заключается только в толщине слоя открытых орбит. Указанное отличие воздействует на асимптотическое поведение сопротивления. Представленная здесь обобщенная модель скинирования постоянного тока в проводниках класса алюминий – медь учитывает специфику закона дисперсии алюминия и меди в поликристаллическом проводнике. На основе соотношений неразрывности и вида тензора проводимости проанализированы уравнения типа Лапласа для электрического потенциала при коллинеарности градиента внешнего магнитного поля направлению потока заряда. Обобщенные уравнения решены в общем виде методом разделения переменных. Получено выражение для потенциала электрического поля  $\varphi$ , которое трансформируется к двум предельным видам, в зависимости от величины феноменологического параметра  $\alpha$ , описывающего толщину слоя протяженных орбит:

$$\varphi = Cx \exp\left(\frac{\beta'}{1 + \alpha\beta} y\right); \quad \beta = \omega\tau; \quad \beta' = \frac{\partial\beta}{\partial x}$$

Здесь  $\omega$  циклотронная частота,  $\tau$  - время релаксации. В данном выражении учтено то, что область углов, в которой тензор проводимости для изоэнергетической поверхности типа гофрированный цилиндр переходит от закрытой к открытой форме, обратно пропорциональна параметру  $\beta$ . В целом для алюминия  $\alpha\beta < 1$ , и слабая линейная зависимость диагональной компоненты тензора сопротивления от магнитного поля обеспечивает сильную экспоненциальную зависимость потенциала вдоль холловского направления с соответствующим уровнем скинирования тока. В случае меди  $\alpha\beta > 1$ , и наблюдаемая сильная линейная зависимость магнитосопротивления поликристалла в случае неоднородности уменьшает показатель степени экспоненты и масштаб скинирования постоянного тока. Для экспериментальной проверки модельных представлений неоднородность проводимости должна быть реализована таким образом, чтобы соответствующий коэффициент пропорциональности в показателе степени экспоненты являлся константой, по условию аналитического рассмотрения.

1. В.Г.Песчанский, М.Я.Азбель, ЖЭТФ 55, 1980, 1968.
2. Ю.А.Богод, В.Б.Красовицкий, Е.Т.Лемешевская, ФНТ 11, 161, 1985.
3. В.Р.Соболь, О.Н.Мазуренко, А.А.Дрозд, ФНТ 25, 1211, 1999.