

## Д и с к у с с и я

### О статье В.Б.Шикина “Циклотронный резонанс для электронов над гелием в резонаторе”

В. С. Эдельман

Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН, 119334 Москва, Россия

Поступила в редакцию 8 апреля 2002 г.

PACS: 73.20.Dx

В своей статье [1] В. Б. Шикин, опираясь на хорошо известное явление расщепления резонансов связанных резонаторов, провел модельный расчет взаимовлияния резонанса электронов в магнитном поле и электромагнитной резонансной системы, в которой они находятся при измерениях их свойств. Не доведя дела до численного анализа ситуации, имевшей место в экспериментах [2, 3], он сделал заключение, что наблюдавшиеся в [2] особенности циклотронного резонанса для электронов, локализованных над гелием, являются артефактами. Ниже мы покажем, что этот вывод ошибочен. Не сомневаясь в принципе во взаимовлиянии связанных резонансных систем, о чем, в частности, прямо говорилось в разд.2 работы [2], повторим еще раз аргументы, которые можно сформулировать при внимательном чтении этой работы, доказывающие, что это взаимовлияние ничтожно мало.

1. Как следует из рис.3, при  $n = 10^8 \text{ см}^{-2}$  время релаксации  $\tau = 5 \cdot 10^{-9}$  с и, соответственно, параметр  $\sigma_0 = 0.05$  (формула (14) из [1]), т.е. много меньше единицы. При других концентрациях электронов он становится только меньше либо из-за уменьшения  $n$  при уменьшении прижимающего поля, когда вариации  $\tau$  невелики, либо из-за роста параметра  $n\tau$  при значениях прижимающего поля, больших 200–300 В/см. Таким образом, посылка в [1] не выполняется.

2. В [2] были приняты описанные там специальные меры для ослабления связи электронов с полем резонатора – слой электронов был приближен ко дну резонатора, что обеспечило сравнительно слабое, на уровне 10–20%, влияние циклотронного резонанса на добротность резонатора (см. рис.2). При этом было указано, что сдвиг собственной частоты резонатора под воздействием электронов мал и изменяет (при фиксированной частоте измерительного сигнала) прохождение сигнала через резонатор менее чем на 10%. При добротности резонатора 2000 и частоте 18.5 ГГц это соответствует сдвигу частоты резонатора менее 1 МГц или, в пересчете на магнитное поле, 0.3 Э, что на 2–3 порядка меньше наблюдаемых сдвигов циклотронного резонанса под воздействием при-

жимающего поля. Это и дает оценку “антикроссинга” в рассматриваемой ситуации.

3. Совпадение приведенных на рис.4 данных по сдвигу резонанса при разных глубинах слоя жидкого гелия, изменяющихся в разных опытах примерно в 1.5 раза (этому соответствует изменение связи в терминах энергии более чем вдвое), на разных частотах (18.5 и 37.7 ГГц) и температурах (от 0.36 до 1.2 К), что, в соответствии с формулой (20) из [2] сопровождается при прочих равных условиях изменением  $\tau$  на порядок, никак не укладывается в предложенную Шикиным схему. Пользуясь случаем отметим, что в работе [3], результаты которой получены в области прижимающих полей  $< 600$  В/см, сдвиг циклотронного резонанса заметно больше, чем в нашем случае, и с точностью 10–20% соответствует формуле (15) из [2] без постоянного члена. Это может быть связано с вигнеровской кристаллизацией при существенно более низких температурах в [3], чем в [2].

4. Как сдвиг резонанса, так и его ширина линии для электронов над  $^3\text{H}$  и над  $^4\text{He}$  относятся обратно пропорционально их коэффициентам поверхностного натяжения (рис.4). Трудно предложить этому иное объяснение, чем связь с риплонами и деформацией поверхности.

5. Исследование нагрева электронов измерительным сигналом (рис.5) показало, что с ростом электронной температуры время релаксации растет, а сдвиг резонанса падает до нуля и в некоторых случаях даже изменяет знак. (С этим коррелирует и отмеченное в [3] уменьшение сдвига циклотронного резонанса при росте температуры.) Будь автор работы [1] прав, все было бы наоборот.

Приведенных аргументов представляется более чем достаточно, чтобы считать выводы работы [1] несостоятельными.

1. В. Б. Шикин, Письма в ЖЭТФ **75**, 31 (2002).
2. В. С. Эдельман, ЖЭТФ **77**, 673 (1979).
3. L. Wilen and R. Giannetta, Phys. Rev. Lett. **60**, 231 (1988).