

Динамика вихрей Абрикосова в сверхпроводниках типа 1,5

Чечеткин Илья Александрович

ВолгГТУ

Введение

Актуальность. Интерес к исследованию вихревого состояния обуславливается перспективами применения сверхпроводников в современной микроэлектронике и энергетике, а также интересом к физике процессов в смешанном состоянии сверхпроводников. Развитие нанотехнологий и открытие новых сверхпроводников стимулируют новые исследования вихревого состояния сверхпроводников.

Целью работы является проведение исследования динамики вихрей Абрикосова в сверхпроводниках 1,5-го рода при различных температурах при помощи пакета молекулярного моделирования LAMMPS.

Фазовая диаграмма

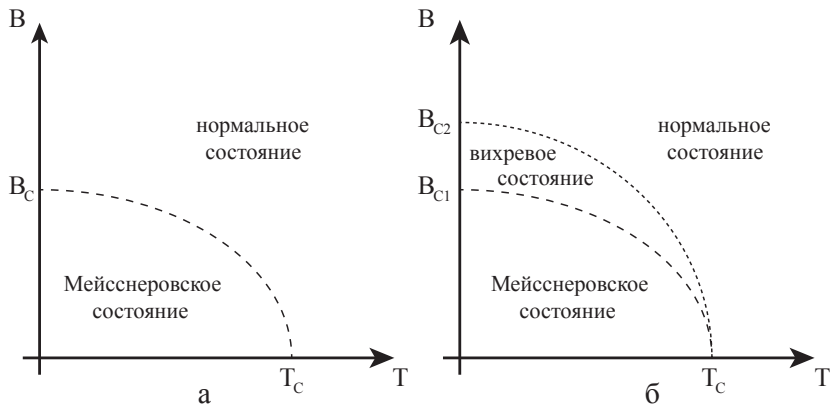


Рисунок 1 — Фазовая диаграмма состояния сверхпроводников 1-го (а) и 2-го (б) рода

Фазовая диаграмма магнитных фаз

B	1-ый	2-ой	1,5-ый
	нормальное состояние	нормальное состояние	нормальное состояние
		вихревое состояние	вихревое состояние
	состояние Мейсснера	состояние Мейсснера	полумейсснеровское состояние
			состояние Мейсснера

Рисунок 2 — Сравнение фазовых диаграмм магнитных фаз чистых сверхпроводников первого, второго и полупервого рода при нулевой температуре

Потенциалы взаимодействия вихрей

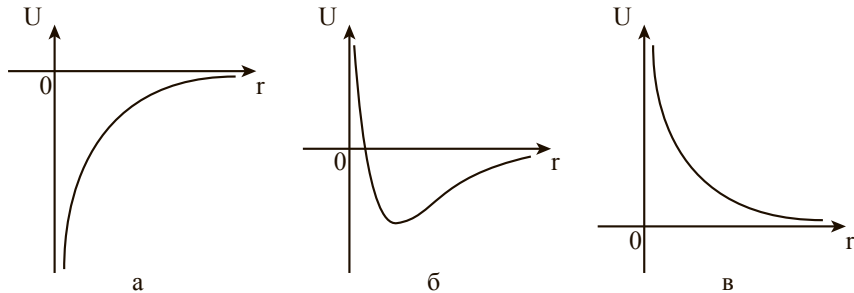


Рисунок 3 — Зависимость энергии взаимодействия U двух вихрей от расстояния r между ними в сверхпроводнике 1-го рода (а), 1,5-го рода (б) и 2-го рода (в)

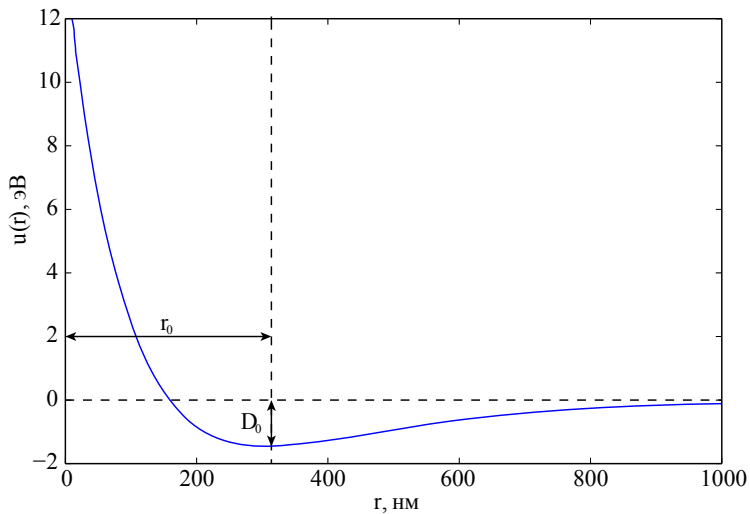
Потенциал Морзе

$$U(r) = D_0 \cdot \left(e^{-2\alpha(r-r_0)} - 2e^{-\alpha(r-r_0)} \right).$$

D_0 – глубина потенциальной ямы, r_0 – равновесное расстояние, α – параметр, характеризующий ширину потенциальной ямы.

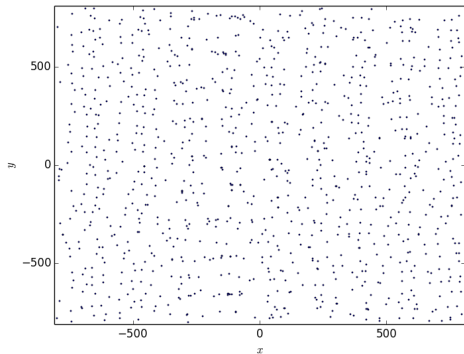
$$D_0 = 1,45828 \text{ эВ}, r_0 = 307,95 \text{ нм}, \alpha = 0,00468302 \text{ нм}^{-1}.$$

Потенциал Морзе

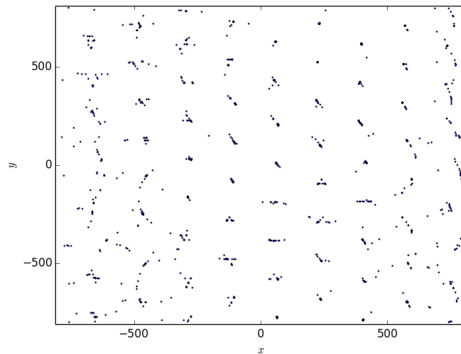


Результаты модельного эксперимента

Температура в 20 К



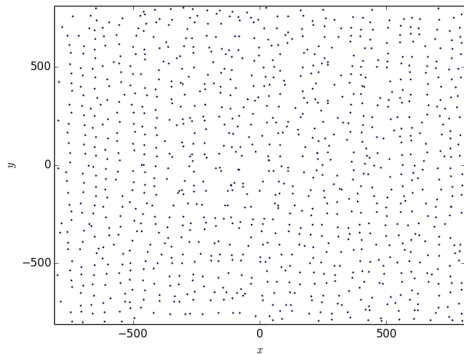
10 нс



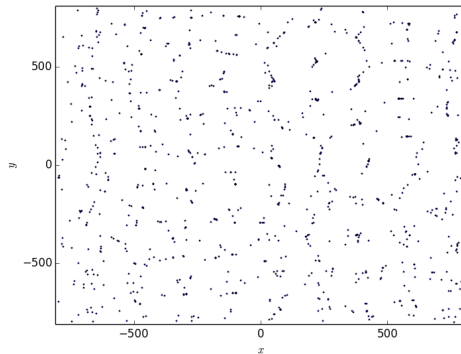
15 нс

Результаты модельного эксперимента

Температура в 10 К



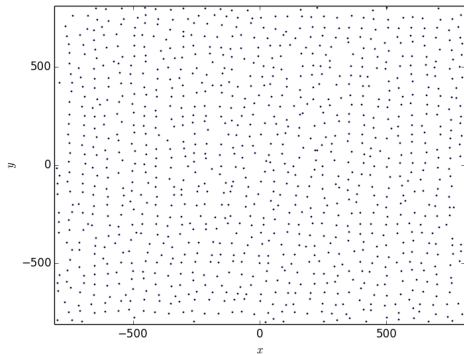
10 нс



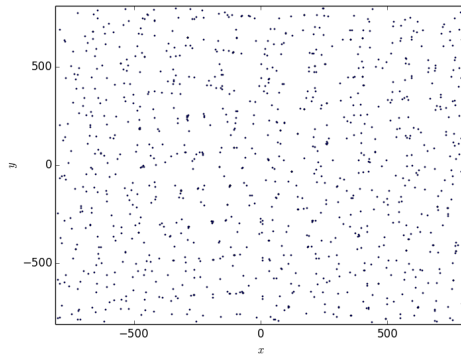
15 нс

Результаты модельного эксперимента

Температура в 4 K



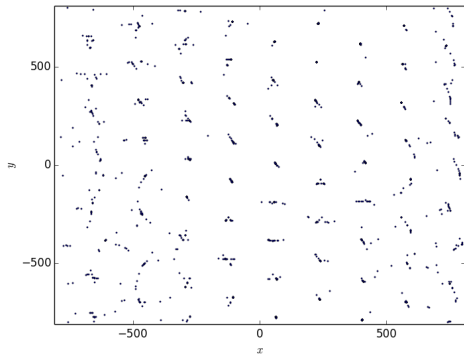
10 нс



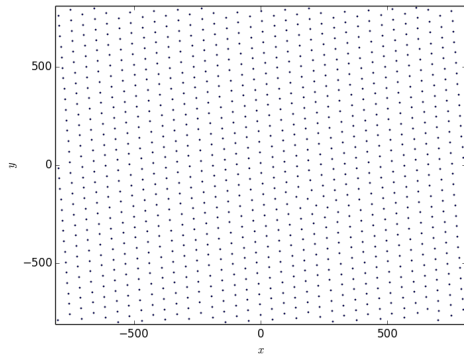
15 нс

Структура сверхпроводников 1,5 и 2 родов

Температура в 20 К



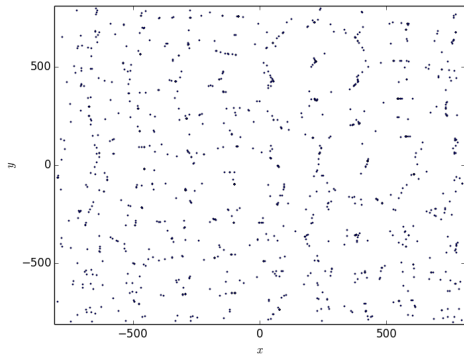
род 1,5



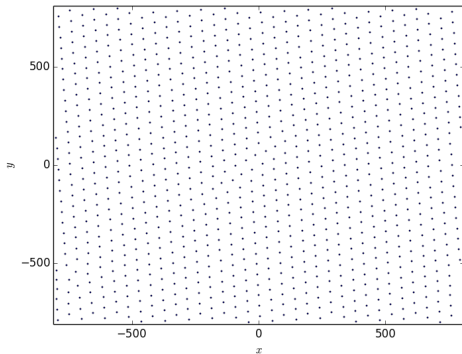
род 2

Структура сверхпроводников 1,5 и 2 родов

Температура в 10 К



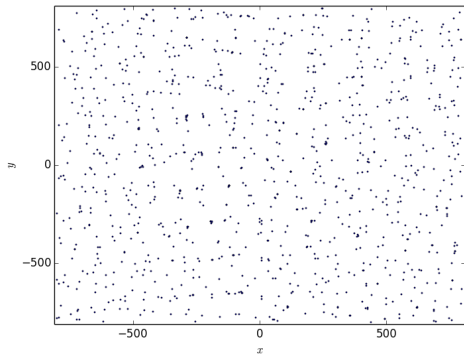
род 1,5



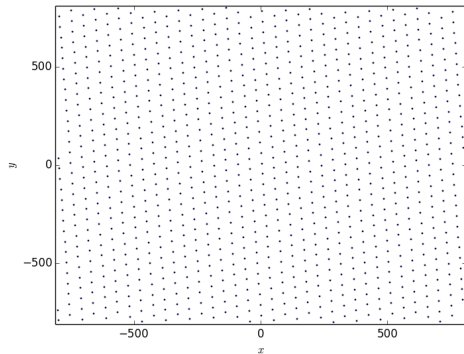
род 2

Структура сверхпроводников 1,5 и 2 родов

Температура в 4 К

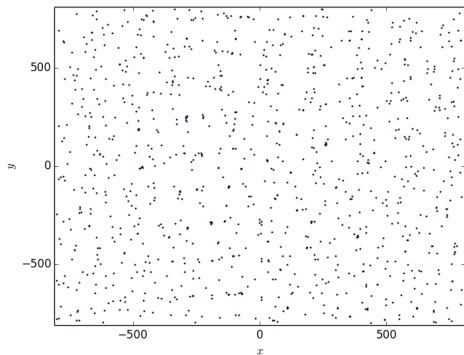


род 1,5

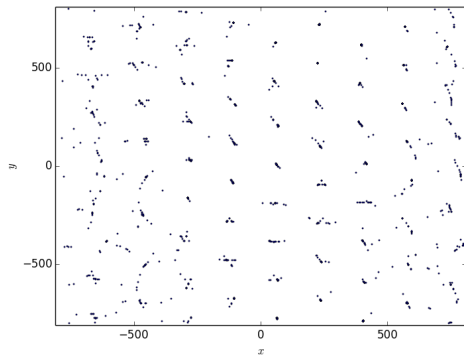


род 2

Сравнение структуры сверхпроводников 1,5 рода при различных температурах



$T = 4$ K



$T = 20$ K