

Изотопообогащенные монокристаллы бората железа для применения в качестве монокроматоров в ядерно-резонансных синхротронных экспериментах

С.В. Ягупов¹, Ю.А. Могиленец¹, М.Б. Стругацкий¹, К.А. Селезнев¹, К.А. Селезнева¹, Н.И. Снегирёв², М.В. Любутина², И.С. Любутин²

¹Физико-технический институт, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия

²Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Москва, Россия

yagupov@cfuv.ru

niksnegir@yandex.ru



Введение

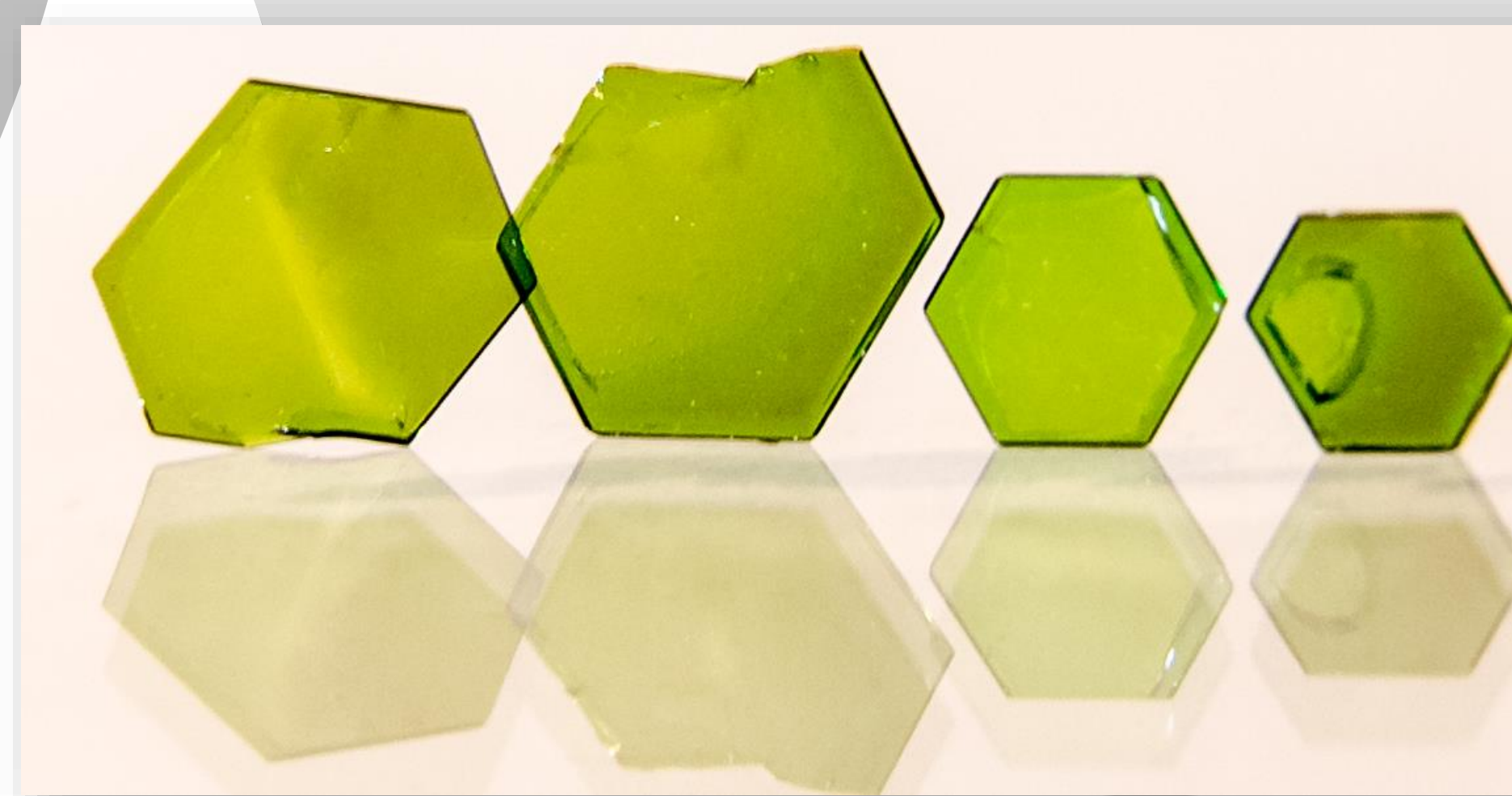
В настоящее время экспериментальные методы исследования материалов, основанные на использовании высокоинтенсивного синхротронного излучения, чрезвычайно эффективны и применяются для получения информации о структурных, электронных и магнитных свойствах различных материалов [1]. Монокристаллы бората железа FeBO_3 в этом случае используются в качестве уникальных монокроматоров синхротронного излучения, которые необходимы и широко востребованы для использования в экспериментальных установках на синхротронах третьего и четвертого поколения [1]. Для достижения необходимых параметров ядерной дифракции, такие кристаллы-монокроматоры должны быть обогащены по изотопу ^{57}Fe до 95% [1].

Цель настоящей работы - синтез монокристаллов $^{57}\text{FeBO}_3$.

Заключение

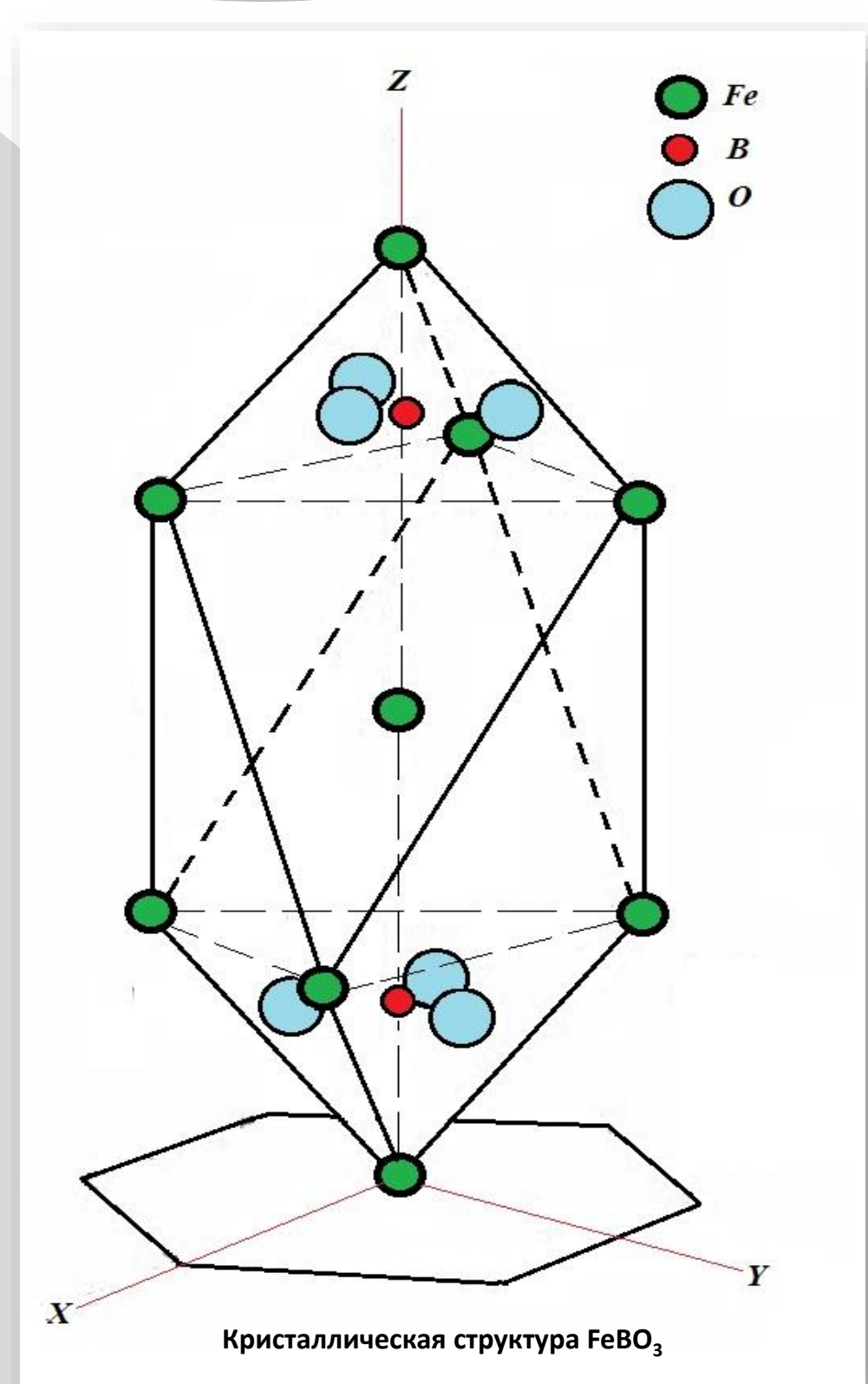
- ✓ В ходе ростовых экспериментов получены пластинчатые монокристаллы размерами до 12 мм в поперечнике и 0.12-0.18 мм толщиной с высокими структурными и ядерно-дифракционными характеристиками.
- ✓ Подана заявка и получено положительное решение на патент «Способ выращивания монокристаллов $^{57}\text{FeBO}_3$ высокого структурного совершенства».

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-29-12016-мк



Борат железа

- ✓ антиферромагнетик со слабым ферромагнетизмом
- ✓ прозрачен в видимой области спектра
- ✓ чувствителен к внешним воздействиям (магнитное поле, давление, свет)
- ✓ температура Нееля ($T_N=348\text{K}$)



Раствор-расплавный синтез

- ✓ в открытом тигле «на затравку»
- ✓ в закрытом тигле «с переворотом»

Обеспечивает получение монокристаллов бората железа высокого структурного совершенства в виде базовых пластин.



Закрытый тигель

Синтез

Предложенный способ выращивания кристаллов являлся дальнейшим развитием методики, описанной в работе [2].

Его отличительной особенностью является то, что готовую шихту наплавляют в платиновый тигель, на который затем последовательно одевают перфорированную платиновую фольгу и тигель-крышку, тигли завальцовывают, упаковывают в контейнер из огнеупорного кирпича и помещают в ростовую печь.

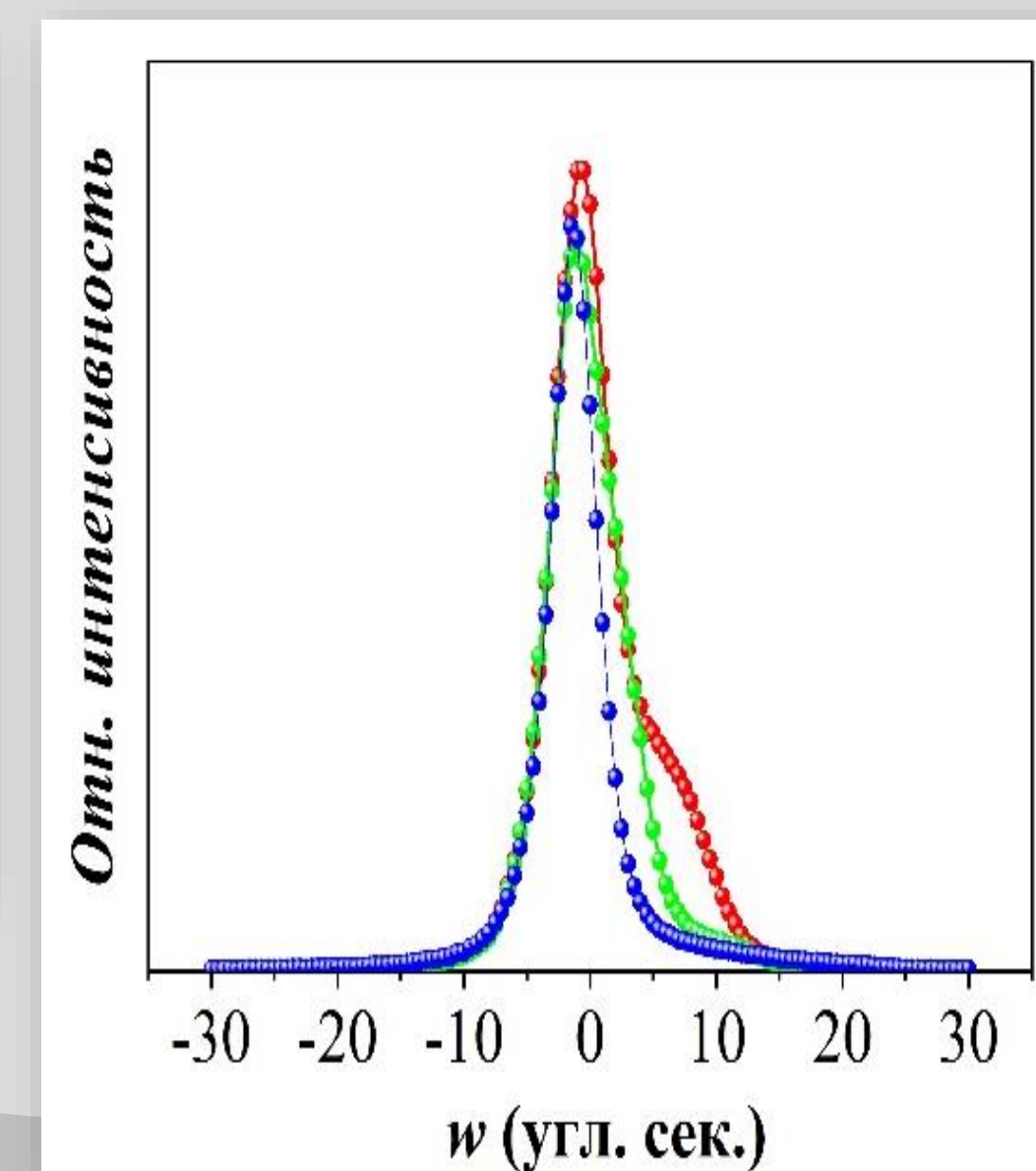
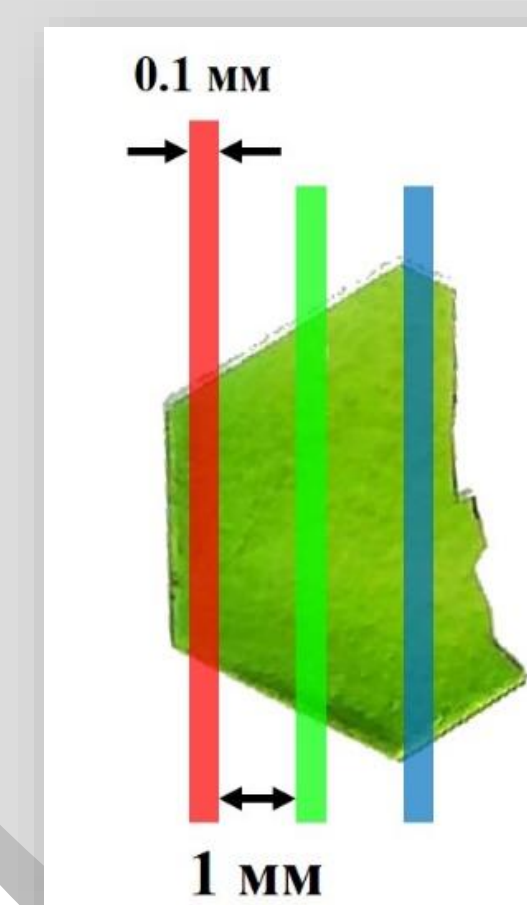
Преимуществом такого способа является возможность слива высокотемпературного раствор-расплава в тигель-крышку до его затвердевания. При перевороте контейнера с тиглями синтезированные образцы остаются на перфорированной фольге, что исключает риск возникновения механических напряжений в кристаллах при их охлаждении в раствор-расплаве.



Синтезированные кристаллы на перфорированной фольге

Результаты

- ✓ Разработан состав исходной шихты ($^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3 - 4,9$ мас.%, $\text{B}_2\text{O}_3 - 58,3$ мас.%, $\text{PbO} - 25,0$ мас.%, $\text{PbF}_2 - 11,8$ мас.%) и соответствующий ему температурный режим.
- ✓ Рентгенодифракционными методами установлено высокое качество синтезированных монокристаллов, например: на лучших образцах полуширина кривой качания составляет 3.8 - 4.2 угл. сек. локально в различных участках кристалла и 13.1 угл. сек. при засветке всей поверхности кристалла.



Ростовая установка