



Влияние добавки Nb на структуру, магнитные и механические свойства высокоиндукционных упрочненных сплавов системы Fe-Co

Вьюшин Егор

Научный руководитель: к.т.н. Базлов А. И.

Кафедра металловедения цветных металлов, Москва, 2026

Актуальность

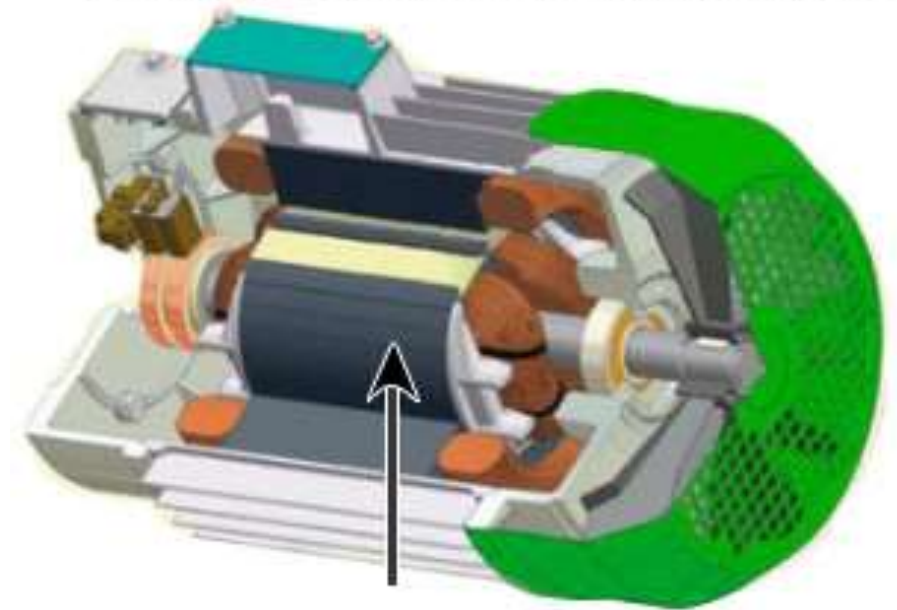
Развитие авиационной и электротехнической отрасли непременно ставит требования перед эксплуатационными характеристиками электромашин, в частности, к их рабочей частоте.

Повышение частоты оборотов электромашин, то есть угловой скорости вращения ротора, ведет к увеличению центробежных сил и создает напряжения растяжения.

Материал, из которого выполняется ротор, должен быть:

- магнитомягким, чтобы не вызывать больших потерь теплоты и не понижать КПД двигателя
- высокую индукцию насыщения
- повышенный предел текучести и достаточно высокую индукцию насыщения

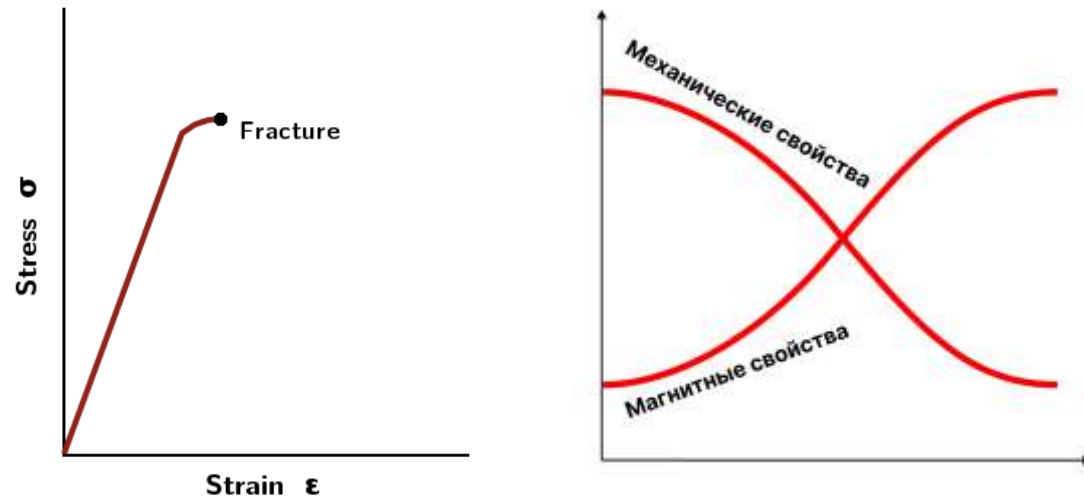
Синхронный генератор



обмотка на якоре

Актуальность

Сплавы на основе системы Fe-Co в эквимолярном соотношении обладают наибольшей индукцией насыщения 2,4 Тл



Цель этой работы: получение высокопрочного высокоиндукционного сплава на основе системы Fe-Co с добавками Nb

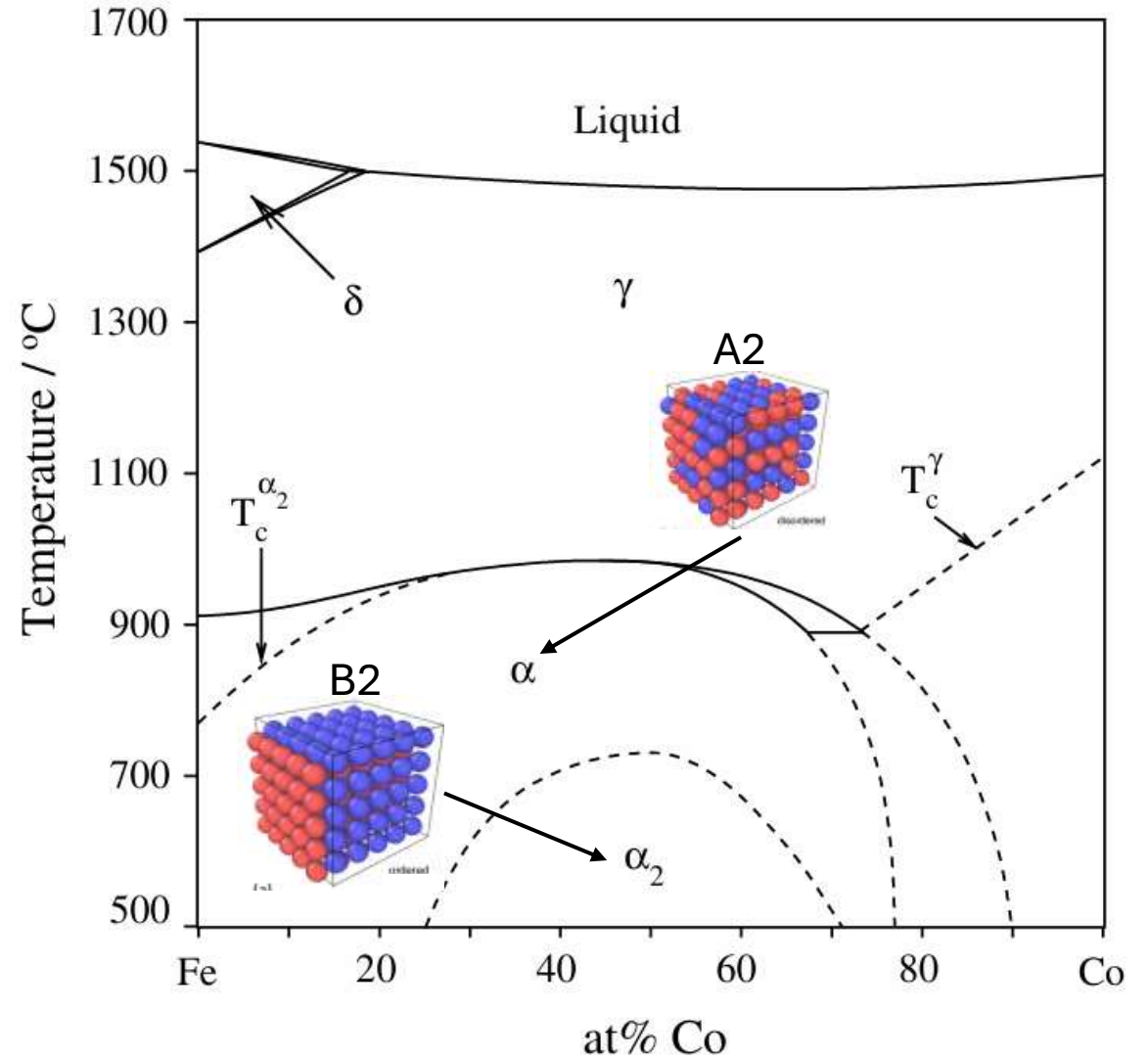
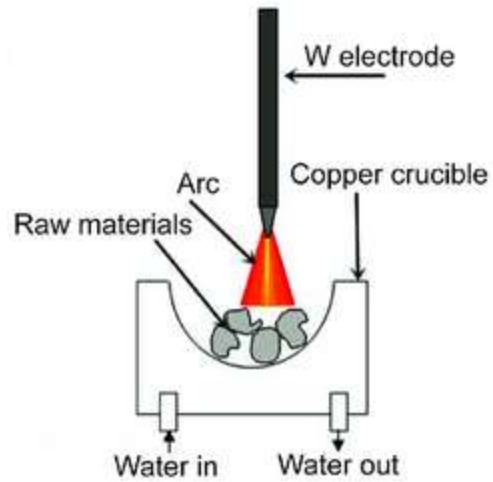


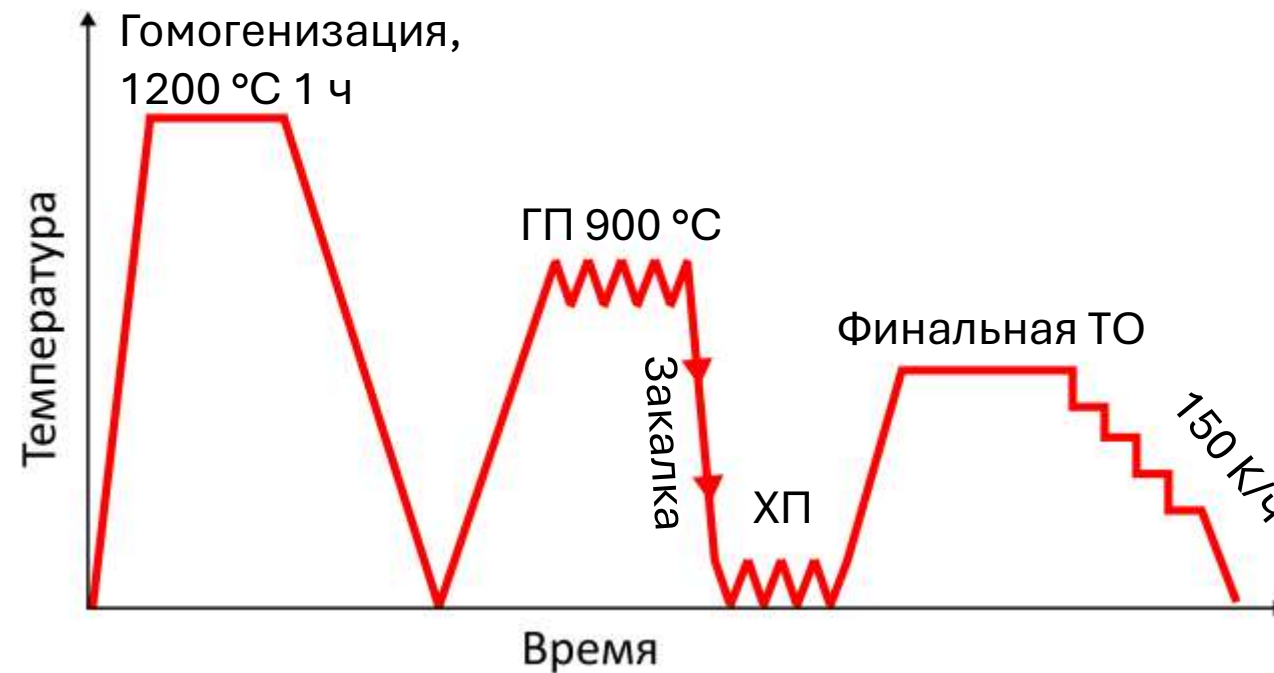
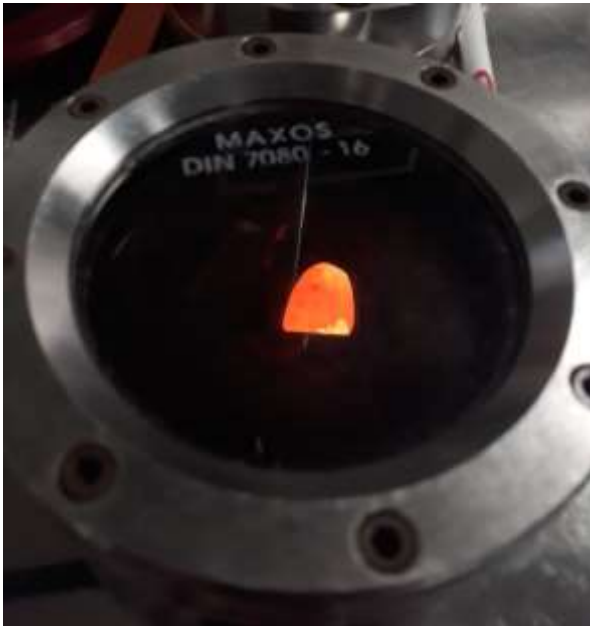
Схема получения



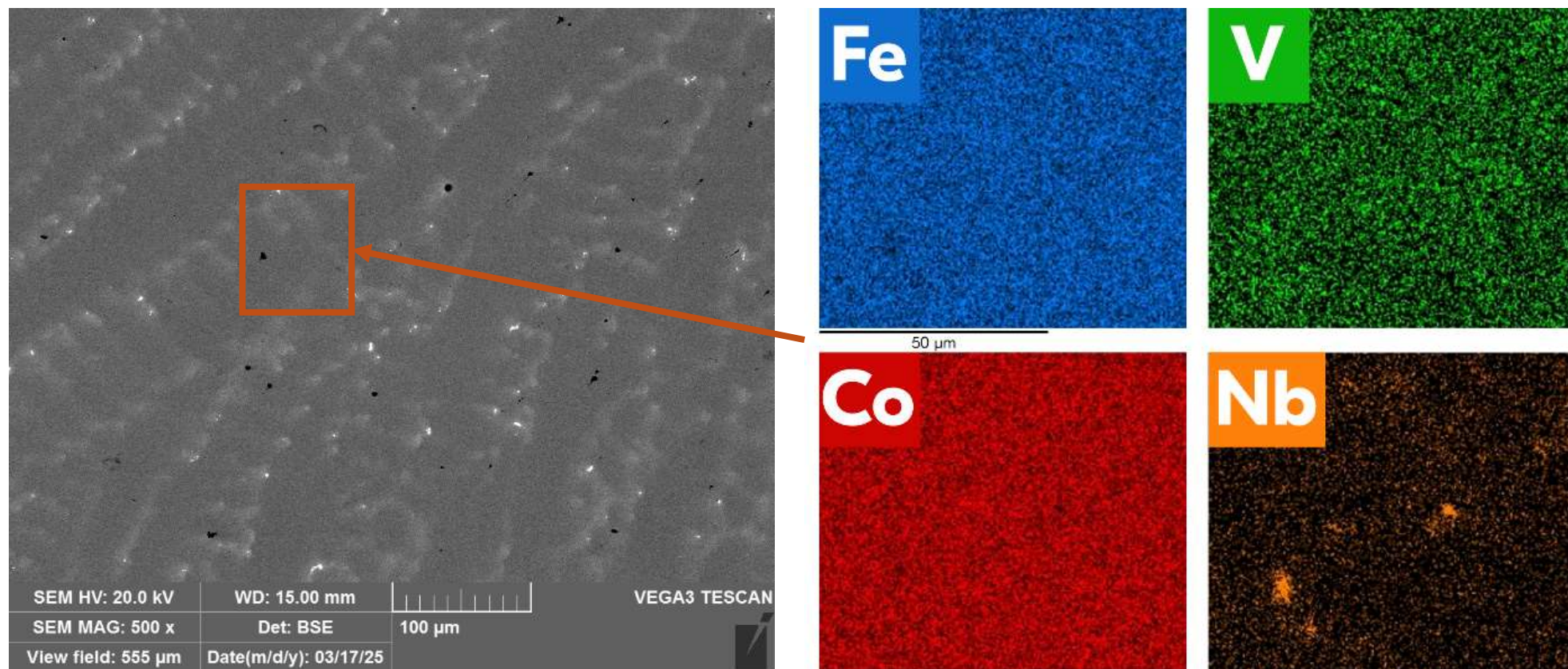
Массовая доля компонента, %			
Fe	Co	V	Nb
ост.	49	2	0,3

~ Hipercor 50HS

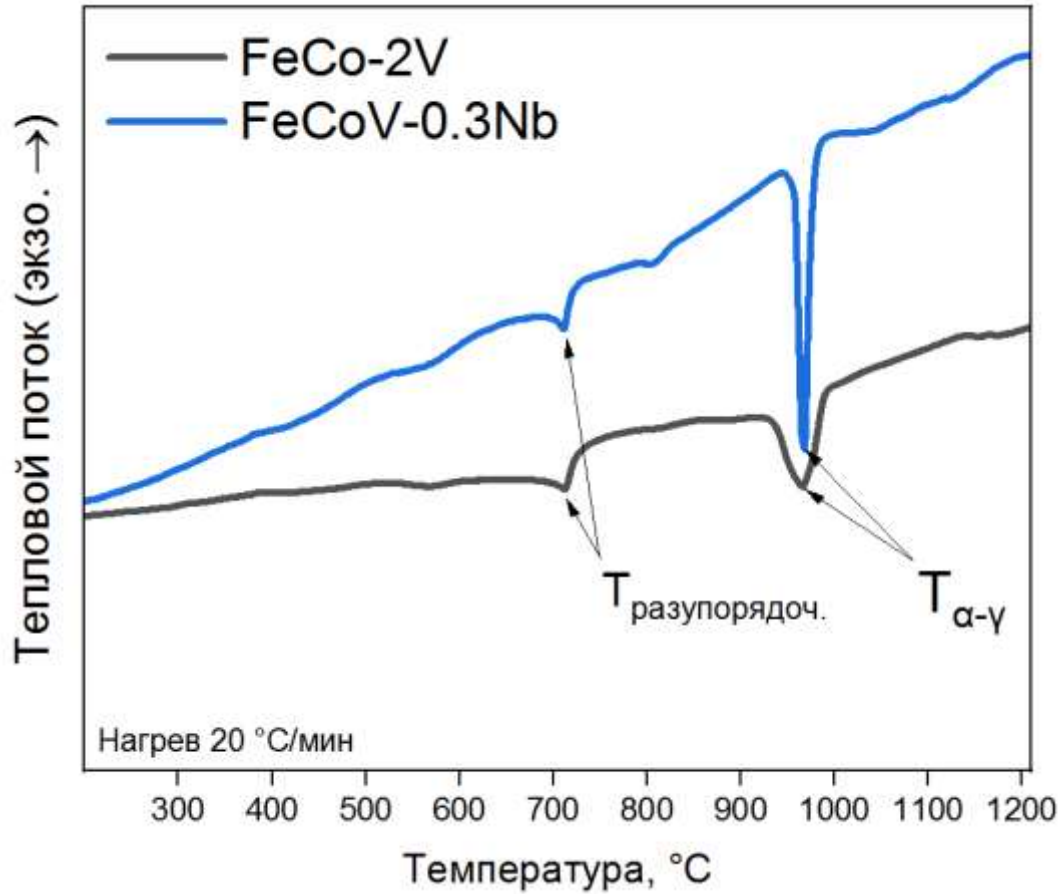
Плавка слитков массой 100-150 г в вакуумно-дуговой печи (Ar 0.7 атм)



Структура в литом состоянии

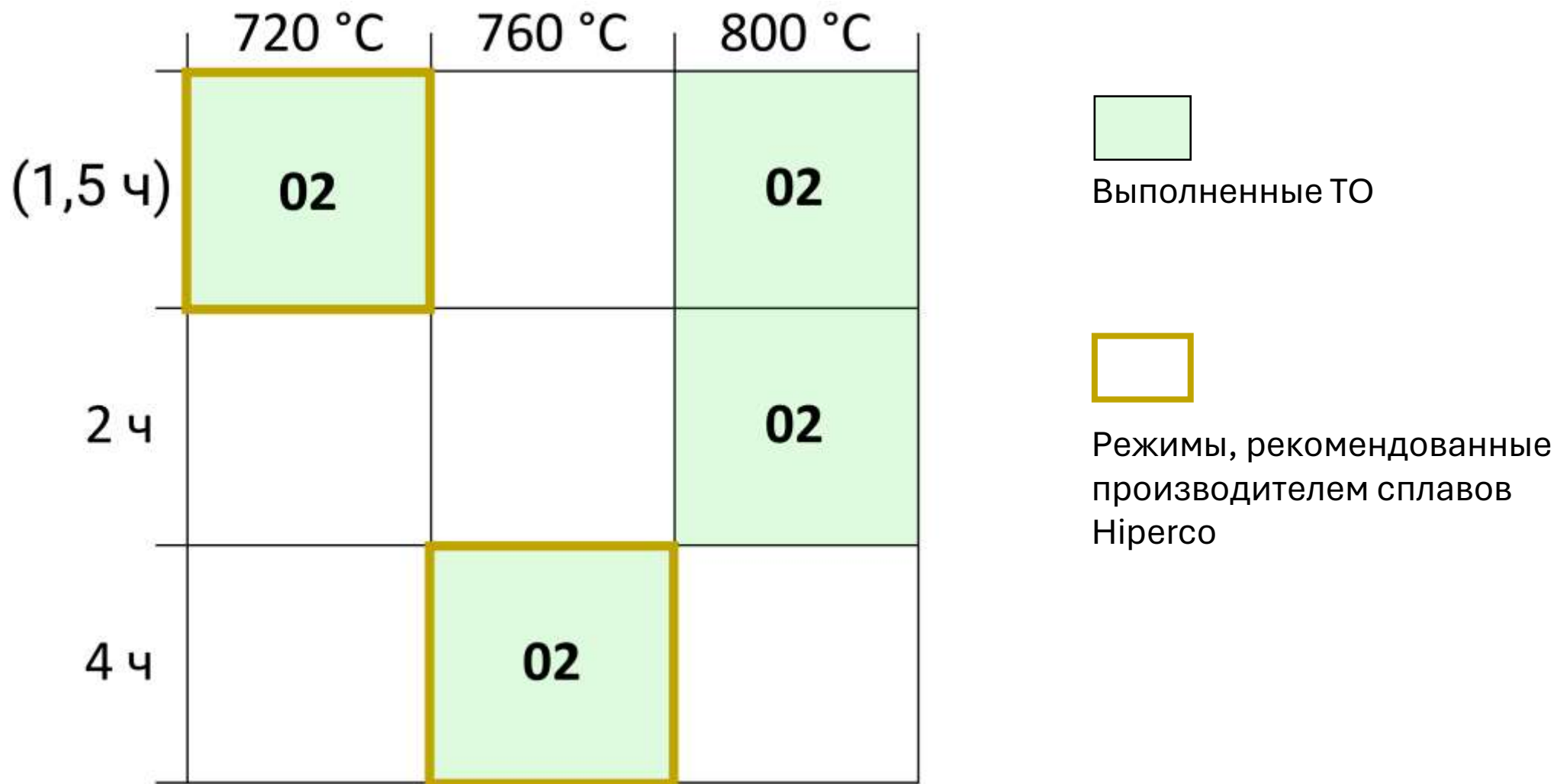


ДСК

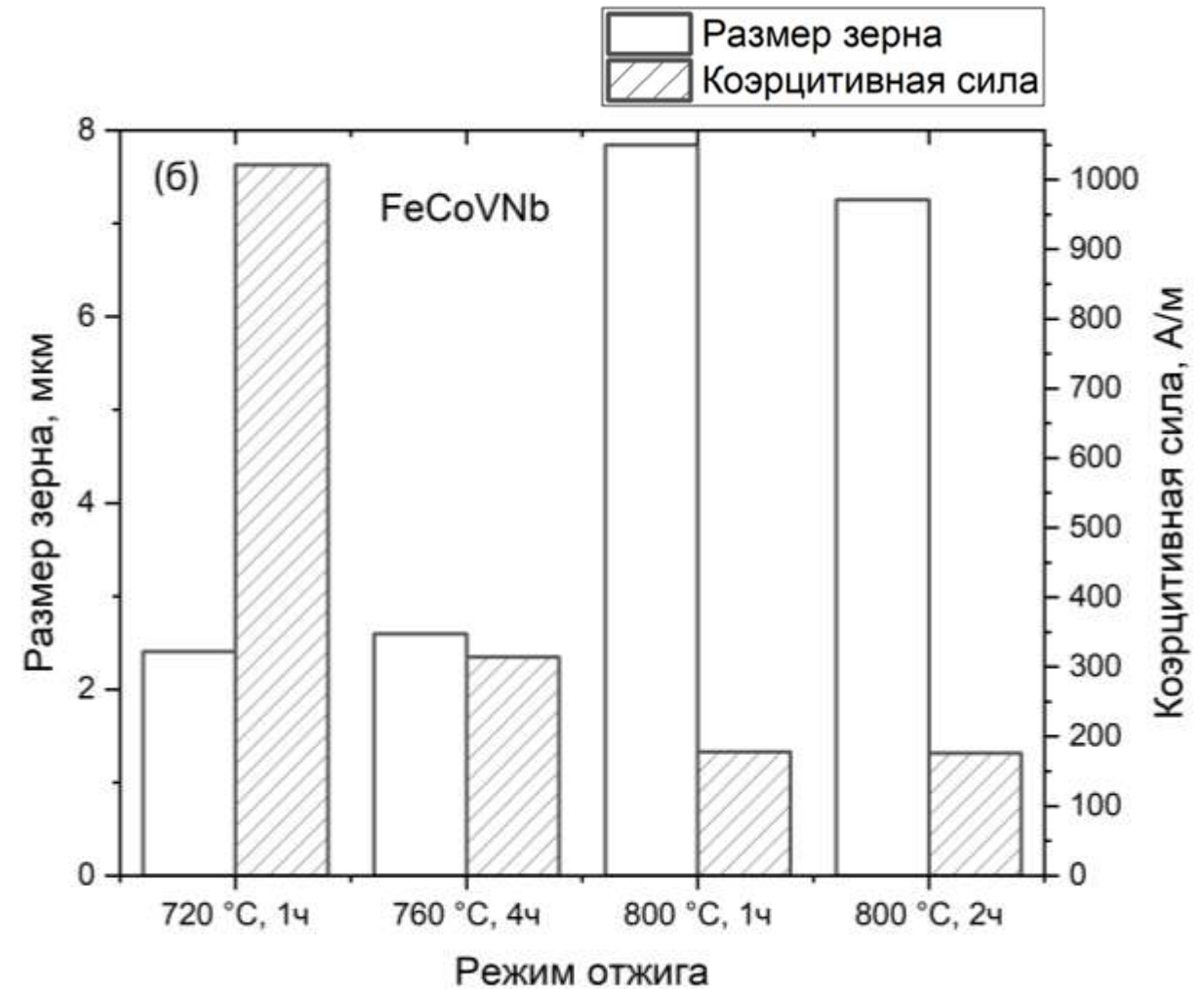
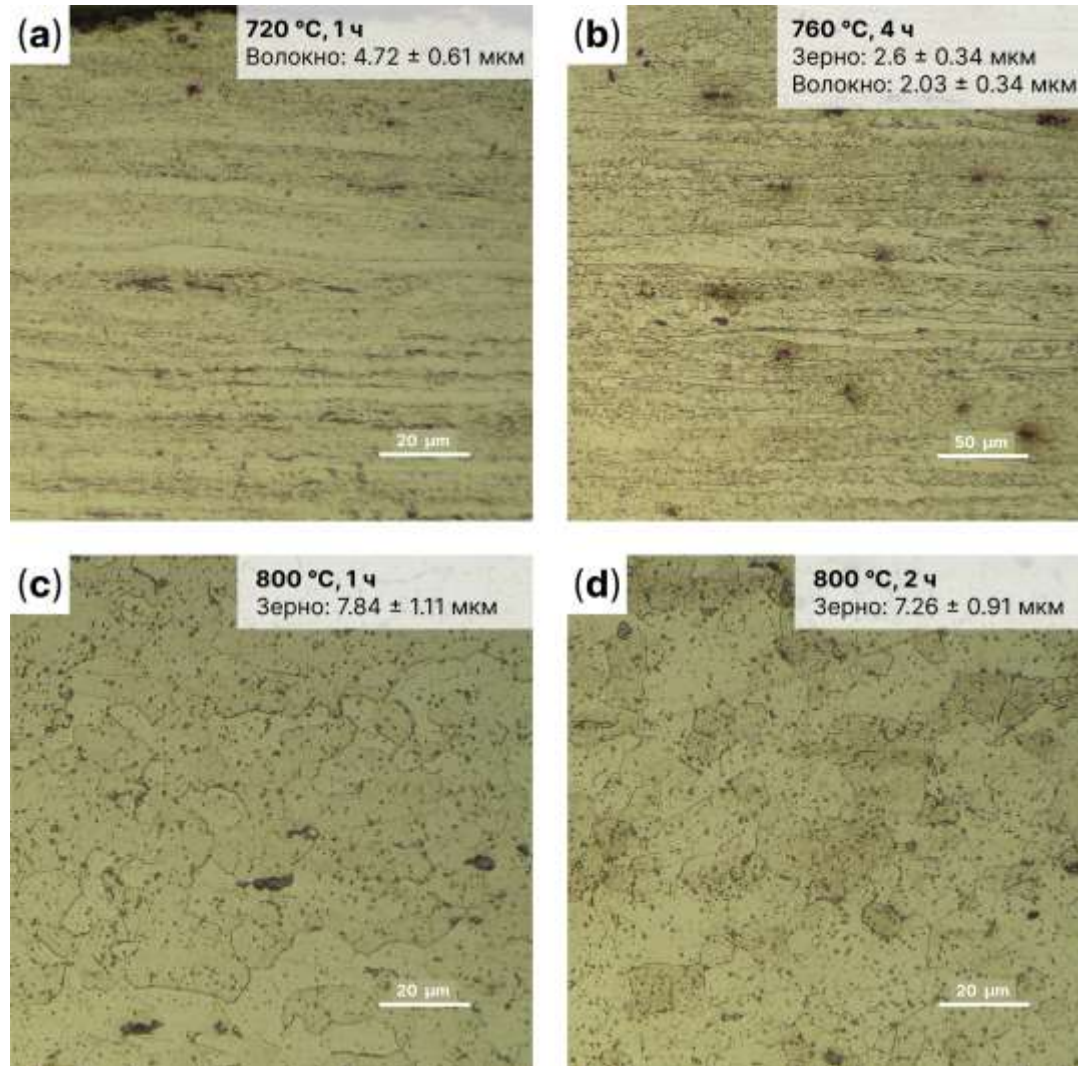


Сплав	Температура разупорядочения, °C	Температура α - γ перехода, °C
49К2ФА (FeCoV)	710	945
FeCoV-0,3Nb	712	920

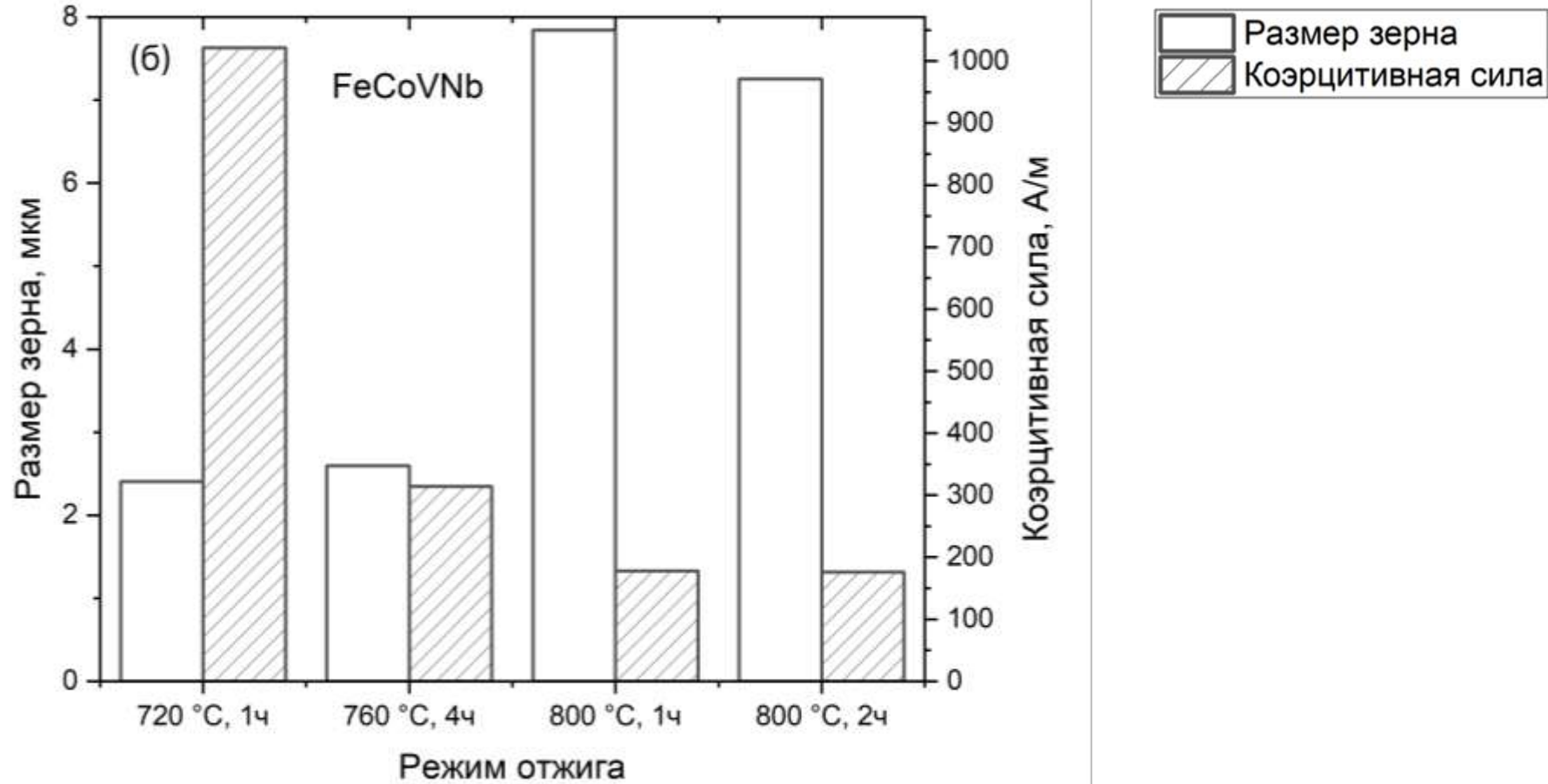
Карта термической обработки



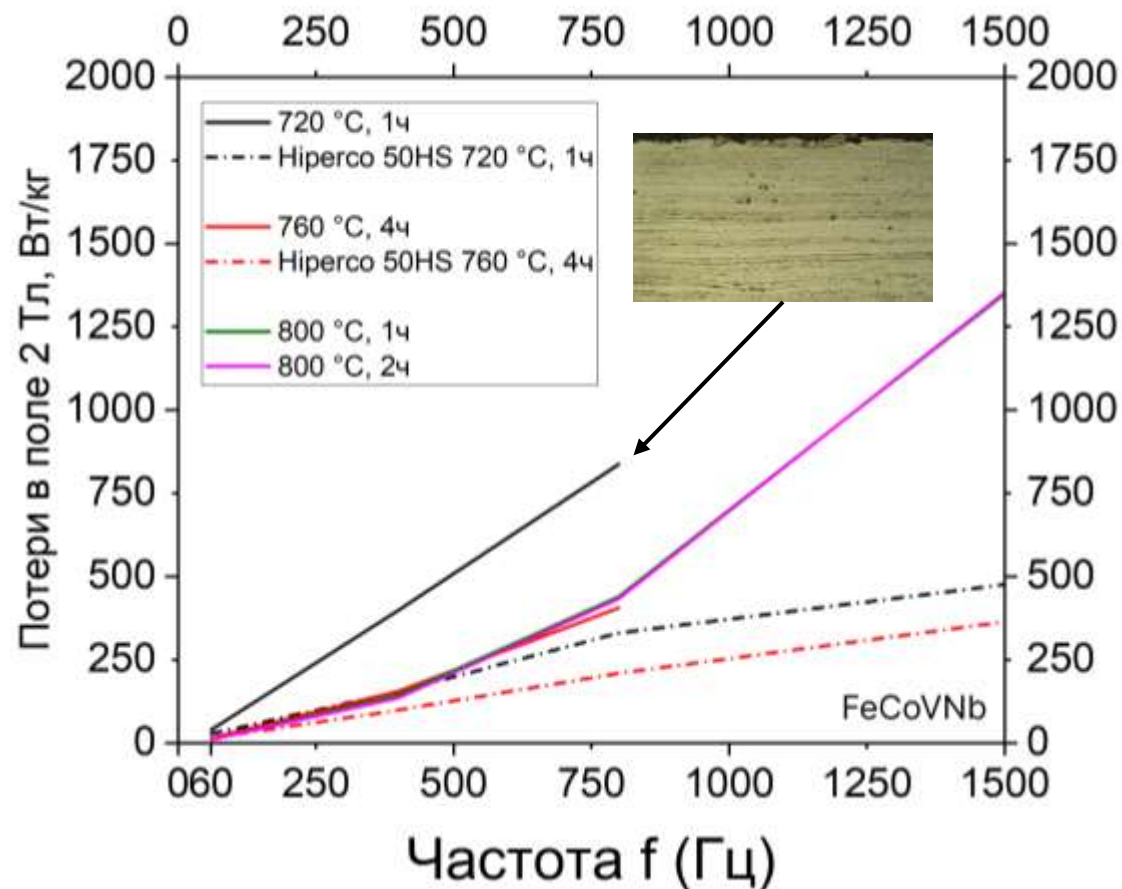
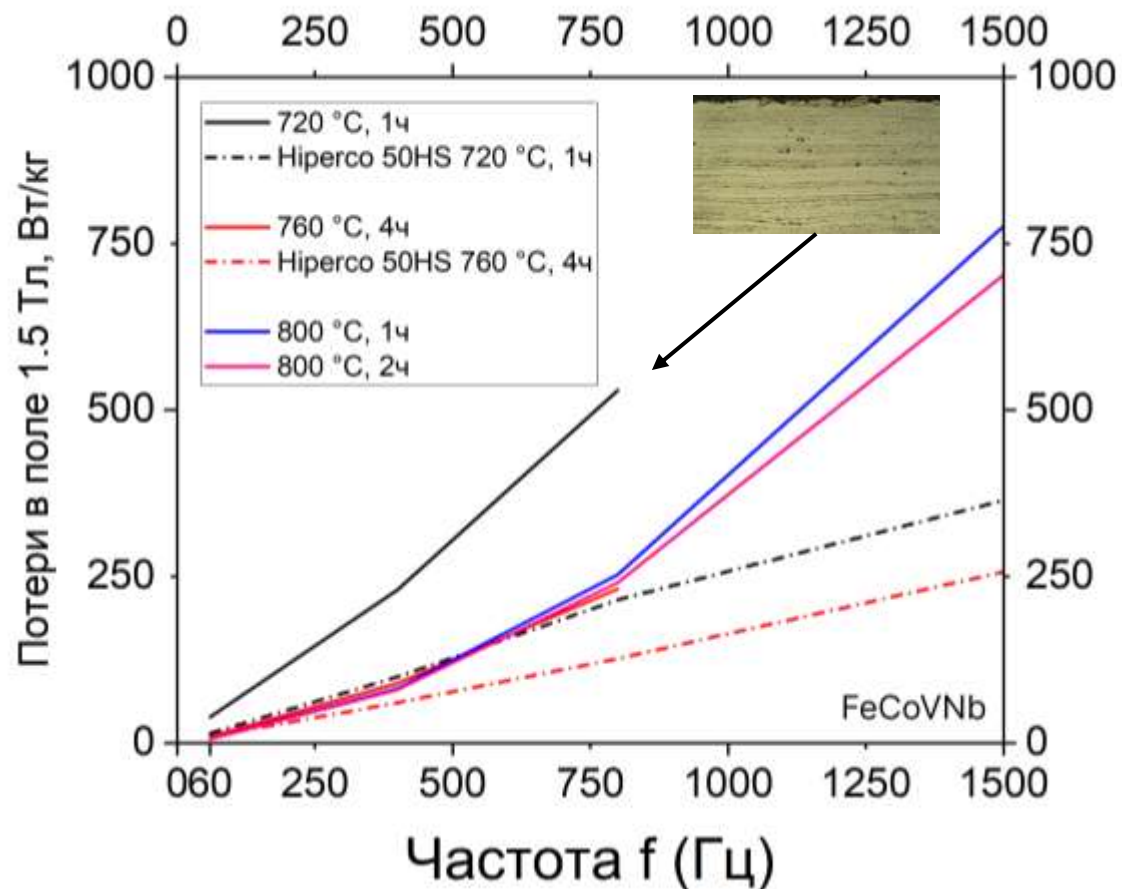
Коэрцитивная сила и структура после ТО



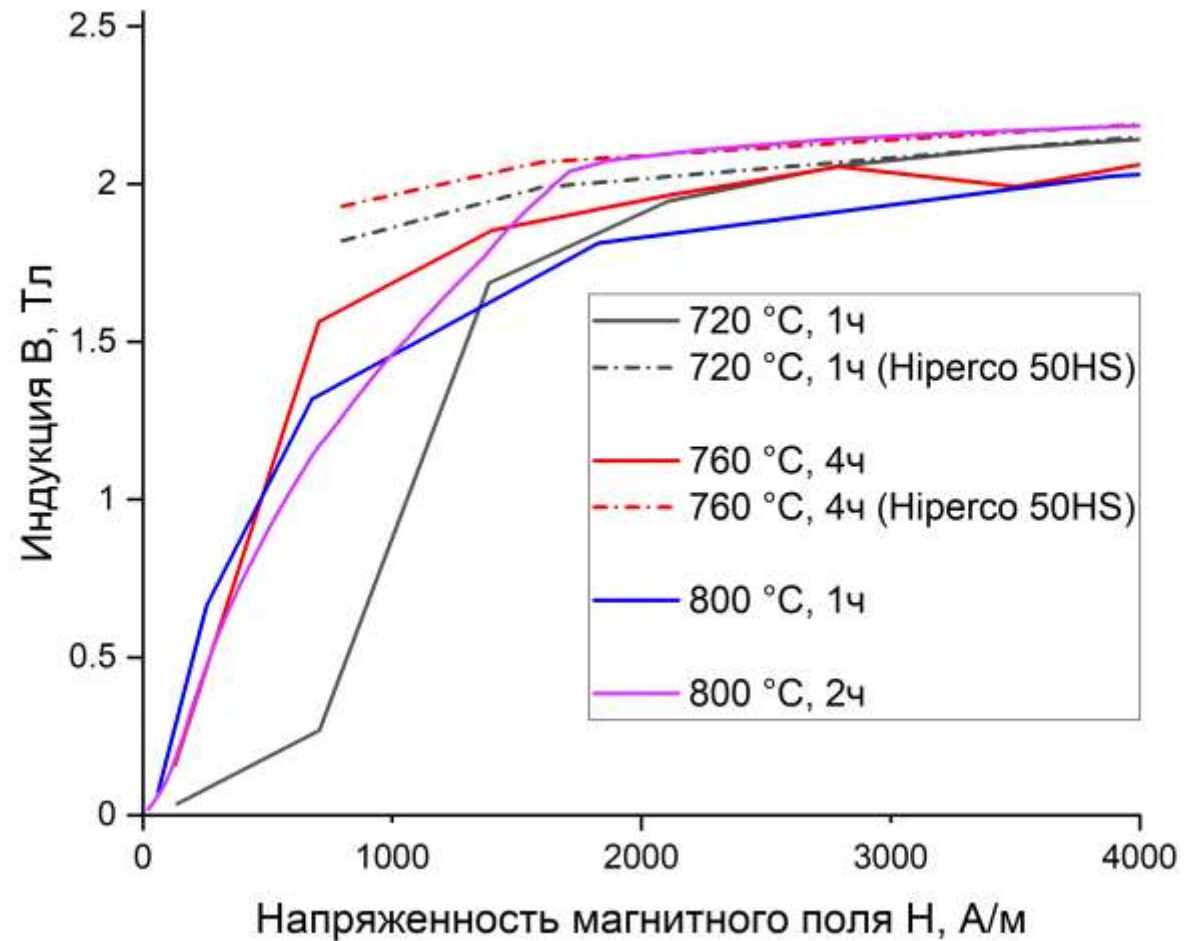
Коэрцитивная сила (в поле 5 кА/м, 50 Гц)



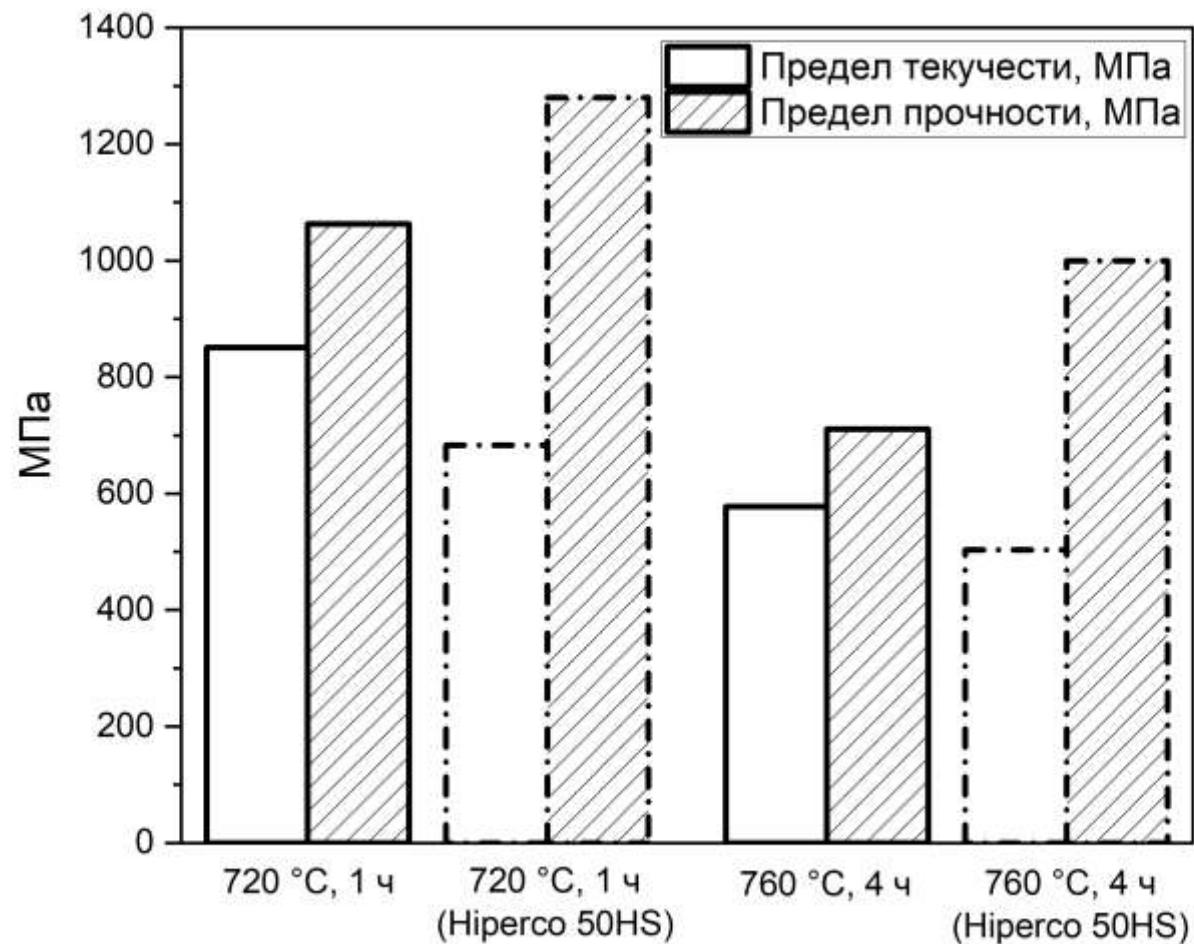
Потери на перемагничивание



Кривые намагничивания



Механические свойства



Выводы

1. В работе рассмотрено влияние добавки Nb и режимов термической обработки на структуру сплава Fe-49Co-2V, степень прохождения рекристаллизации, размер зерна, величину коэрцитивной силы, потерь на гистерезис при перемагничивании, кривую намагничивания и механические свойства.
2. Увеличение температуры отжига сплава FeCoVNb с 720 с 760 °С и длительности отжига с 1 до 4 часов привело к частичному исчезновению текстуры деформации, увеличению размера зерна до 2,6 мкм и уменьшению предела текучести с 850 до 580 МПа.
3. Повышение температуры отжига сплава FeCoVNb привело к понижению значения коэрцитивной силы. Для достижения максимальных магнитных свойств оптимальным оказался режим термообработки 800 °С, 2 часа, после которого значение коэрцитивной силы – 180 А/м, потерь в поле 1,5 Тл при частоте 800 Гц – 240 Вт/кг, индукция в поле 2 кА/м – 2 Тл. Для достижения максимальных механических свойств оптимальным режимом является отжиг при 720 °С в течение 1,5 часов, после которого сплав имеет нерекристаллизованную структуру, предел текучести 850 МПа, но высокую коэрцитивную силу 1000 А/м.