

Аннотация доклада

Современный магнетизм в приложениях

Н.А. Усов (ИЗМИРАН)

Подведены итоги теоретических и экспериментальных исследований в области магнитных материалов, выполненных в ИЗМИРАН в последние годы. Аморфные ферромагнитные микропровода в стеклянной оболочке с диаметром ферромагнитной жилы от 10 до 30 микрометров по-прежнему являются интересным объектом исследований, с достаточно широкой областью практических применений. В микропроводе на основе железа изучалось распространение в слабом продольном магнитном поле изолированного магнитного солитона со скоростью порядка 1 км/сек. В коротком отрезке провода магнитный солитон осциллирует под действием переменного магнитного поля малой амплитуды и излучает электромагнитные волны, которые могут быть легко обнаружены на расстояниях до 10 – 20 см. Такой кусочек провода является малозаметной магнитной меткой, которая может быть использована для маркировки различных предметов. В микропроводах на основе кобальта с циркулярной намагниченностью исследованы магнито- динамические процессы, возникающие под действием слабого магнитного поля переменного тока. Построена теория эффекта мало-углового вращения намагниченности, что позволило экспериментально измерить основные магнитные параметры провода на основе кобальта, то есть, намагниченность насыщения, поле анизотропии, константу магнитострикции, пр. Построена теория эффекта Гигантского магнито- импеданса (ГМИ) в проводе на основе кобальта. Разработан и запатентован высокочувствительный магнитометр слабых магнитных полей, использующий для измерений линейную зависимость недиагональной компоненты ГМИ тензора от продольного магнитного поля. С помощью ГМИ сканера в изолирующем магнитном экране были измерены слабые магнитные поля коррозионных токов, с амплитудой сигналов на уровне 10^{-3} Э.

Большой цикл исследований был проведен для изучения ансамблей магнитных наночастиц, перспективных для применения в биомедицине. Теоретически показано, что удельная поглощаемая мощность ансамбля наночастиц в переменном магнитном поле существенно зависит от диаметра наночастиц. При оптимальном выборе диаметра суперпарамагнитных наночастиц возможно достигнуть удельной поглощаемой мощности порядка 1 кВт на грамм вещества при амплитудах и частотах переменного магнитного поля, допустимых по медицинским показаниям. Выявлены условия, при которых ансамбль не однодоменных наночастиц, находящихся в вихревых магнитных состояниях, способен эффективно поглощать энергию переменного магнитного поля. Теоретически показано, что магнито -дипольное взаимодействие в плотных кластерах наночастиц, которые самопроизвольно образуются в жидкости, или в биологической среде, приводит к существенному, в 5-6 раз, уменьшению удельной поглощаемой мощности ансамбля. Для преодоления этой трудности предложено одевать наночастицы немагнитными оболочками толщиной, сравнимой с диаметром наночастиц. Разработана и изготовлена установка по измерению удельной поглощаемой мощности ансамблей магнитных наночастиц с помощью оригинального электродинамического метода. Разработан и запатентован метод дистанционного спекания в переменном магнитном поле биосовместимого полимерного порошка с помощью добавления в него небольшого количества магнитных наночастиц. Метод может быть использован для заполнения полостей в костных тканях живого организма. Предложен и экспериментально реализован новый метод создания ансамблей магнитных наночастиц с химически чистой поверхностью с помощью процесса кавитации макро-образца в жидкости. Показано, что образующиеся при кавитации осколки макро-образца содержат фракцию наночастиц, которые наследуют совершенную кристаллическую структуру исходного образца.