

5.3. Магнитные свойства веществ

По своим магнитным свойствам вещества делятся на диамагнетики и парамагнетики. Явление аномально сильного парамагнетизма обычно называют ферромагнетизмом.

Диа-, пара- и ферромагнетизм достаточно строго могут быть объяснены только на основе квантовой теории; поэтому в этом разделе многие факты будут приведены без объяснений.

Молекулы диамагнетика собственного магнитного момента не имеют; он возникает у них только под действием магнитного поля и направлен против основного поля; таким образом, результирующее магнитное поле диамагнетике меньше, чем внешнее поле, хотя и на очень малую величину (магнитная восприимчивость диамагнетиков мала).

Молекулы (или атомы) парамагнетиков имеют собственные магнитные моменты, которые под действием внешних полей ориентируются по полю и тем самым создают результирующее поле, превышающее внешнее: В обычных парамагнетиках это превышение мало; однако существует ряд веществ (железо, никель, кобальт, гадолиний), в которых квантовые эффекты межатомного взаимодействия приводят к образованию доменов – областей самопроизвольной намагниченности с весьма сильными магнитными полями. Таким образом, домены – это макроскопические (порядка микрон) участки объема ферромагнитных кристаллов с однородной намагниченностью. Существование доменов возможно только ниже определенной температуры (точки Кюри); выше точки Кюри тепловое движение нарушает упорядоченную структуру доменов, и ферромагнетик переходит в обычный парамагнетик (фазовый переход второго рода).

Точка Кюри для железа – 1043°К, кобальта – 1394°К, для никеля – 631°К. Температуры плавления для этих веществ соответственно: 1812° К, 1766° К, 1726°К. Таким образом, в расплавленном состоянии эти вещества не обладают ферромагнитными свойствами.

При наложении магнитного поля домены ориентируются по полю, и их поля создают суммарное поле, в сотни и тысячи раз превышающее внешнее поле (электромагниты).

Примеры

А.с. 266029:

Магнитная муфта скольжения, содержащая корпус и многополюсный ротор с постоянными магнитами, отличающаяся тем, что, с целью автоматического включения и выключения муфты при заданной температуре, она снабжена шунтами, установленными между полюсами ротора и выполненными из терморезистивного материала, имеющего характеристику магнитной проницаемости с точкой Кюри, соответствующей заданной температуре, а корпус изготовлен из материала с точкой Кюри, соответствующей температуре выше заданной.

А.е.262463:

Способ количественного определения содержания вольфрама в связующей фазе металлокерамических твердых сплавов, отличающийся тем, что, с целью ускорения и упрощения методики анализа, испытуемый образец нагревают, измеряют с помощью магнитометрической установки изменение магнитной проницаемости сплава и по мере ферромагнитных свойств фиксируют температуру Кюри, по величине которой судят о количественном содержании вольфрама.

Это свидетельство требует некоторых пояснений. Дело в том, что вольфрам – парамагнетик, он не обладает ферромагнетизмом. Металлокерамика обычно изготавливается из карбида вольфрама методом порошковой металлургии: в качестве цементирующего элемента применяют кобальт или никель, обладающие ферромагнитными свойствами, т.к. фактически по а.с. 262483 определяют содержание кобальта; так как оно известно заранее, то возможно получение информации о содержании вольфрама – кобальт (или никель) при этом распределены по сплаву в виде экстремально малых ферромагнитных частиц. Уменьшение размеров этих частиц приводит к потере ферромагнитных свойств. Этот переход зависит также от температуры, что и используется в а.с. № 262483 (см. явление суперпарамагнетизма).

А.с. 241567:

Способ регулирования процесса контактной стыковой сварки непрерывным сплавлением, при котором командный импульс на включение механизма осадки подают в зависимости от нагрева свариваемых деталей до заданной температуры, отличающийся тем, что, с целью повышения качества сварки и увеличения стабильности разогрева свариваемых торцов,

в качестве заданной температуры разогрева принимают точку Кюри, а командный импульс подают с помощью электромагнитного устройства, измеряющего величину зоны разогрева свариваемых торцов.

А.с. 257118:

Способ бесконтактного ввода и приема ультразвуковых колебаний в ферромагнитные металлы, заключающийся в том, что в поле магнита П-образной формы помещают катушку индуктивности, питаемую от генератора высокой частоты,

отличающийся тем, что, с целью контроля ферромагнитных металлов, нагретых выше точки Кюри,

поверхностный слой металла в месте ввода ультразвуковых колебаний охлаждают воздухом или водой до температуры ниже точки Кюри в течение времени, достаточного для проявлений ферромагнитных свойств у поверхностного слоя металла.

А.с. 261580:

Способ определения зависимости точки Кюри ферромагнитных материалов от давления путем помещения испытуемого образца в камеру высокого давления,

отличающийся тем, что, с целью непосредственного получения искомой зависимости и расширения пределов измерения,

в испытуемом образце протяженной формы воздают неравномерное распределение температуры с постоянным градиентом по его длине, содержащее

@Горин Ю.В. Указатель физических эффектов и явлений для использования при решении изобретательских задач. <http://www.jlproj.org>

температуру, соответствующую точке Кюри, и измеряют наводимую в измерительной обмотке э.д.с., пропорциональную ферромагнитной части образца.

Патент № 3568050:

Способ и устройство для его реализации обеспечивают автоматическое измерение и запись температуры материала с парамагнитной восприимчивостью, например, стали во время горячей прокатки. Материал проходит через магнитное поле, причем напряженность магнитного поля изменяется пропорционально парамагнитной восприимчивости материала. Полупроводниковый датчик измеряет изменение напряженности поля, которое с помощью соответствующего устройства поля регистрируется как температура материала в градусах.

Патент США 3586963:

Движущийся лист стального полотна проходит через магнитное поле, которое намагничивает лист до насыщения сначала в одном направлении, затем в другом направлении. Когда лист выходит из магнитного поля, остаточное значение намагничивания изменяет свой знак. Считывающие катушки измеряют изменение потока, вызванное переходом остаточной намагниченности из одного состояния в другое, и это изменение потока делится пополам для того, чтобы получить значение, требуемое для достижения расчетной нулевой величины намагниченности. Приложенное поле, необходимое для поддержания намагниченности на этой величине, представляет собой коэрцитивную силу листа, которая пропорциональна различным механическим свойствам стали, например сопротивлению разрыву. Вместо того, чтобы использовать остаточную намагниченность для расчета нулевого значения, считывающие катушки могут располагаться в пределах прикладываемого магнитного поля и изменение магнитного поля может использоваться при переходе намагниченности в насыщение.