Практическая работа № 4

Определение магнитной проницаемости горных пород и минералов

План:

1.Основные задачи

2. Порядок выполнения работы

3. Задания

4.Блиц тест

5.Глоссарий

Цель: Цель этой работы при определении качества горных пород, рассмотрение возможностей магнитного обагощения полезных ископаемых и определение магнитной проницаемости минералов и горных пород в исследовании показателей трещиноватости, влажности при разведке тел руд.

Ключевые слова: горные породы, магнитная проницаемостьь, индукция, напряжение.

Задания:

1. Ознокомится магнитными свойствами горных пород
2. Изучить зависимость между магнитной индукцией **B** и напряженностью **H** магнитного поля
3. Разделение пород по магнитным свойствам
4. Что такое парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетиками
5. С делать выводы по результатам лабораторной работы

Приборы и реактивы:

Скорость упругости волн определяется с помощью прибора ультрозвука.

Образцы горных пород.

Аналитические весы.

Методическое указание

Горная порода, имеющая высокое электрическое сопротивление, находящаяся в переменном электрическом поле, характеризуется еще одним параметром – **углом диэлектрических потерь δ.** Угол δ можно представить как угол, дополняющий до 90^0, угол сдвига фаз между полным переменным током, проходящим через конденсатор, заполненный диэлектриком, и напряжением между обкладками конденсатора.

Параметр tgδ определяет количество электрической энергии, которая превращается в горной породе в тепловую.

Величина, обратная tgδ, называется добротностью. Исходя из изложенного принцип измерения диэлектрической проницаемости породы заключается в определении емкости некоторого конденсатора без породы C_0 и того же конденсатора, заполненного породой $C_П$.

Очевидно, отношение $\frac{C_0}{C_П} = \varepsilon_0$. Одновременно определяют добротность пустого и заполненного породой конденсаторов, по которым вычисляют tgδ породы.

Между магнитной индукцией **B** и напряженностью **H** магнитного поля в веществе существует прямо пропорциональная зависимость:

$B = \mu_a H$,

где μ_a – некоторая характеристика вещества, называемая абсолютной магнитной проницаемостью.

В вакууме $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м. μ_0 – называется магнитной постоянной. μ_a / μ_0 – называется относительной магнитной проницаемостью μ.

Если горная порода, внесенная в магнитное поле, оказывает на последнее влияние, то это связано с намагничиванием породы. Причиной намагниченности (магнитной поляризации) являются элементарные магнитные диполи, существующие в горной породе или возникающие в ней под воздействием внешнего поля. Магнитные диполи обусловлены элементарными токами, существующими в молекулах и атомах породы. Каждый элементарный ток представляет собой плоский магнитный диполь с различными полярностями на обеих плоскостях. Произведение элементарного тока на площадь магнитного диполя называется магнитным моментом. Если породу подвергнуть воздействию магнитного поля, то в результате взаимодействия поля с элементарными токами появятся силы, стремящиеся ориентировать магнитные диполи по направлению внешнего поля.

Изменение индукции магнитного поля при внесении в него породы связано с намагничиванием ее. Поэтому **намагниченность J** горных пород быть определена как приращение магнитной индукции поля в веществе по сравнению с полем в вакууме:

$J = \mu_a H - \mu_0 H = \mu_0 H(\mu - 1)$

Коэффициент $(\mu - 1) = \kappa$ называется **объемной магнитной восприимчивостью**, а отношение κ/ρ - называется **удельной магнитной восприимчивостью**. Намагниченность породы обусловлена суммой магнитных моментов электронов, атомов, доменов.

Магнитный момент атомов и молекул горной породы при отсутствии внешнего магнитного поля может быть равен нулю, либо отличаться от нуля.

Если магнитный момент атомов равен нулю при H = 0, то такие породы **диамагнетики.** В диамагнетиках электронные оболочки атомов симметричны и замкнуты. При внесении такого атома в магнитное поле его электронная орбита получает дополнительную скорость, и каждый атом породы приобретает магнитный момент, направленный против поля. Величина диамагнетизма определяется радиусами атомных орбит и в большинстве случаев не зависит от температуры. Магнитная проницаемость диамагнетиков меньше единицы.

Горные породы, атомы которых обладают магнитным моментом при отсутствии внешнего поля, называют **парамагнетиками.** Однако в целом образец парамагнетика при отсутствии магнитного поля магнитными свойствами не обладает, так как магнитные моменты отдельных атомов в нем распределены хаотично. Магнитная проницаемость парамагнетиков с повышением температуры уменьшается. В целом их магнитная проницаемость μ несколько больше единицы.

Диамагнитная намагниченность присуща всем горным породам и минералам, но так как она незначительна по величине и направлена противоположно парамагнитной намагниченности, то в сильных парамагнетиках последняя преобладает и становится решающей.

Горные породы, у которых целые объемы (домены) обладают магнитным моментом при отсутствии внешнего поля, называются **ферромагнетиками.** Благодаря доменам магнитная проницаемость ферромагнетиков значительно больше, чем у парамагнитных

пород. Намагниченность ферромагнетиков достигается не только внешним полем, но и намагничивающим действием дополнительного внутреннего молекулярного поля.

Намагниченность ферромагнетиков зависит от напряженности магнитного поля, причем при определенном значении его эта зависимость исчезает – наступает насыщение. При снижении напряженности магнитного поля до нуля породы полностью не размагничиваются (остаточная намагниченность). Для полного размагничивания породы необходимо приложить обратно направленное магнитное поле. Величина этого поля характеризует породу и называется коэрцитивной силой. Для ферромагнетиков характерна петля гистерезиса.

Значения относительной магнитной проницаемости у некоторых пород

Диамагнетики	0.999836 – 1,0	апатит, вода, уголь
Парамагнетики	1.0 – 1.0064	доломит, хромит
Ферромагнетики	1.0064 - 5	гематит, магнетит

Намагниченность ферромагнетиков зависит от напряженности внешнего магнитного поля, причем при определенном ее значении эта зависимость исчезает, наступает насыщение. При уменьшении напряженности поля до нуля такие породы полностью не размагничиваются, появляется **остаточная намагниченность.** Для того чтобы породу размагнитить, необходимо воздействие на нее некоторого обратно направленного магнитного поля. Напряженность поля, при котором происходит полное размагничивание, характеризует горную породу и называется **коэрцетивной силой**.

С повышением температуры растет подвижность атомов, составляющих домены. При температуре точки Кюри домены полностью лишаются магнитных моментов, и ферромагнетик переходит в парамагнетик.

Некоторые ферромагнетики обладают магнитострикционными свойствами. При намагничивании таких горных пород происходит их относительное удлинение (магнетит, железо) или укорачивание (никель).

Порядок выполнения работы

- Подключаем к работе прибор «Сеть» (электро система) через тумблер Е4-5А.
- Прибор должен нагревается 15 минут.
- Взвешиваемую катушку закрепляем клеммы на крышке прибора «L_x». Определяем с помощью рукоятки «НульQ» в вольметре значение нуль.
- Установить частоту взвешиваемой вместимости катушки через рукоятки «Диапозондар» и «Частота».
- С помощью рукояки «Установить» ставим стрелку на уровне коэффициента приводим к единице.
- Повернув рукоятку показывая показатель вместимости, устанавливаем контур. Если - стрелка вольтметра «Q» изменятся, то рукоятку шкалы приводим «Q=400».
- Вместимость $C_{уж}$ определяем по шкале.
- Определяем вместимость катушки на различной частоте.
- Индуктивность определяем по следующей формуле:

$$L = \frac{2{,}53 \cdot 10^{10}}{f^2 \cdot c}, \qquad (1)$$

где: f – частота, кГц;

c – вместимость, пФ;

L – индуктивность, мкГн.

- По формуле определяем магнитную проницаемость μ_d.

Удельную проводимость образца в движении определяем по следующей формуле:

$$\mu_b = 1 + \frac{\mu_d - 1}{P}, \qquad (2)$$

где: P – масса образца, Н.

- Полученные данные заносятся в таблицу.

Магнитная проницаемость горных пород

таблица

Частота, кГц	$\chi_л$	$\chi_ж$	Магнитная проницаемость в движениии	Удельная магнитная прони цаемость

Контрольные вопросы:

1. Назовите характеристику магнитного поля: магнитная проницаемость; напряженность; намагниченность; восприимчивость.
2. Дайте определение относительной магнитной проницаемости.
3. У какой горной породы наибольшая величина μ: гранита, гематита, антрацита, известняка?
4. Размерность абсолютной магнитной проницаемости в системе СИ: Гн/м; Гн/м^2; Гн/м^3.
5. Дайте определение действующей магнитной проницаемости.
6. Какие горные породы, как правило, имеют меньшую магнитную проницаемость: диэлектрики, полупроводники?
7. Какими величинами характеризуется магнитное поле: тангенсом угла диэлектрических потерь, индуктивностью, удельным электрическим сопротивлением, диэлектрической проницаемостью.
8. Значение величины магнитной проницаемости позволяет определить тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрическую проницаемость, удельное электрическое сопротивление, качество железосодержащих руд.
9. Магнитная индукция измеряется в системе СИ : Вб/м^2; Гн/м^2; Гн/м.
10. Если магнитный момент атомов равен нулю при H = 0, то такие породы называются: парамагнетиками, диамагнетиками, ферромагнетиками, антиферромагнетиками.

Блиц- тест:

1. Чему ровна магнитная проницаемость диамагнетиков?
   a. меньше единицы
   b. 4
   c. 0
   d. 2
   e. 3

2. Чему ровна магнитная проницаемость парамагнетика?
   a. больше единицы
   b. 0
   c. 1
   d. 2
   e. 3

3. Как влияет температура на диамагнетизм?

a. не зависит температуры
b. зависит от температуры
c. увеличивается при нагреве
d. уменьшается при нагреве
e. все ответы верные

4. Как изменяется магнитная проницаемость парамагнетиков с повышением температуры?

a. увелтчивается
b. уменьшается
c. температура не влияет
d. снижается до 0
e. увеличивается до максимума

5. От чего зависит намагниченность ферромагнетиков?

a. от напряженности магнитного поля
b. от магнитного поля
c. от электромагнитного поля
d. от напряженности электромагнитного поля
e. от диэлектрических потерь

Глоссарий

Диамагнетики породы у которых магнитный момент атомов равен нулю при H = 0.

Парамагнетиками горные породы, атомы которых обладают магнитным моментом при отсутствии внешнего поля.

Ферромагнетиками горные породы, у которых целые объемы (домены) обладают магнитным моментом при отсутствии внешнего поля.

Коэрцетивая сила напряженность поля, при котором происходит полное размагничивание, характеризует горную породу.

Остаточная намагниченность при уменьшении напряженности поля до нуля породы полностью не размагничиваются, появляется**.**

Вывод: проводя лабораторную работу получаем данные о магнитных свойствах пород. Изучение магнитных свойств нужен для выбора техники при добыче полезных ископаемых.