

(это ясно из того, что число линий индукции, связанных с полюсом m , равно $4\pi m$, а, стало быть, поток индукции, проходящий через площадку S , равен

$$\Phi = BS = 4\pi m).$$

В ферромагнитных телах происходит сгущение линий магнитной индукции подобно сгущению линий электрической индукции в диэлектриках (рис. 223).

Плотность энергии магнитного поля определяется формулой, аналогичной формуле для плотности энергии электрического поля (§ 16), а именно:

$$\omega = \frac{\mu H^2}{8\pi}. \quad (12)$$

Как и в электрическом поле, картина линий магнитной индукции всегда получается такой, как если бы в поле, существовали *натяжение* (по линиям поля) и *боковое давление* (в направлении, перпендикулярном к

линиям поля); величины продольного натяжения и равного ему поперечного давления в любом месте равны плотности энергии поля:

$$p = \frac{\mu H^2}{8\pi}. \quad (12a)$$

Если в этой формуле напряженность поля H выражена в эрстедах, то величина напряжения p , отнесенная к 1 см^2 площадки, перпендикулярной к силовым линиям, а также и величина бокового давления окажутся выраженными в дин/см^2 .

§ 59. Магнитное поле Земли

Магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими полюсами и со временем изменяют свое положение. Так, в 1600 г. магнитный полюс в северном полушарии находился на широте 78° и западной долготы 59° , а в последние десятилетия его положение определялось широтой около 71° и долготой 96° . Иначе говоря, магнитный полюс северного полушария в 1600 г. находился на расстоянии около 1300 км от географического полюса, а теперь его удаленность от географического полюса возросла приблизительно до 2100 км (он отстоит на несколько сотен километров от берегов Северной Америки).

Магнитное поле Земли на экваторе направлено горизонтально, у магнитных полюсов Земли—вертикально и всюду в других местах—под некоторым углом к горизонтальной плоскости, который называют *магнитным наклонением* и из-

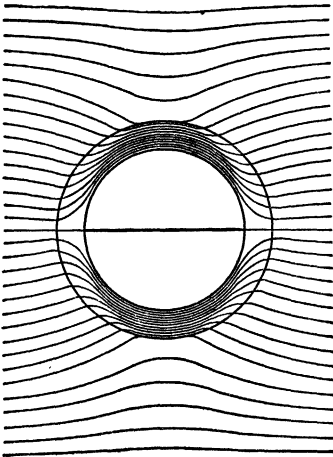


Рис. 223. Железное кольцо в однородном магнитном поле (сгущение линий индукции в железе).

меряют посредством *инклинаторов* ¹⁾. Горизонтальная составляющая напряженности магнитного поля Земли почти всюду направлена под некоторым углом к направлению географического меридиана; этот угол называют *магнитным склонением*, его измеряют при помощи *деклинаторов* ²⁾. Простейшим деклинатором является магнитный *компас*.

Напряженность магнитного поля Земли невелика: от 0,34 эрстеда на экваторе до 0,66 эрстеда у полюсов. Исключением являются отдельные *районы магнитной аномалии*, где напряженность магнитного поля Земли больше в связи с залежами магнетитовых и других железных руд. Так, в районе сильнейшей в мире Курской магнитной аномалии над мощными пластами железных руд вертикальная составляющая напряженности поля в некоторых местах достигает 2 эрстед; эти места окаймлены полосами, где горизонтальная составляющая напряженности поля при резких изменениях склонения вместо нормальной для этой широты величины (около 0,2 эрстеда) достигает 1,1 эрстеда.

Хотя напряженность магнитного поля Земли невелика, но поле это настолько обширно, что в целом энергия его весьма значительна. Земля имеет примерно

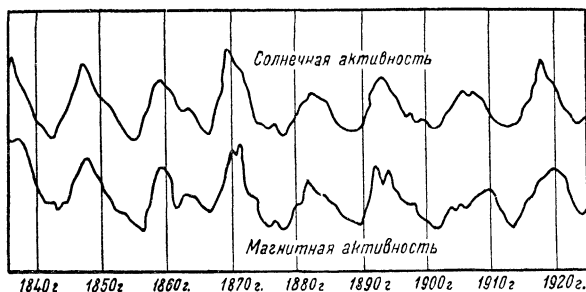


Рис. 224. Связь магнитной активности Земли (амплитуды суточных колебаний склонения — нижняя кривая) и солнечной активности, характеризуемой числом солнечных пятен (верхняя кривая).

такое же магнитное поле, как лучший стальной шарообразный магнит диаметром 600 км. Чтобы создать поток магнитной индукции, равный тому, каким обладает Земля, нужно было бы охватить Землю по экватору проводником и пропускать по этому проводнику ток величиной в 660 млн. амперов.

Следует иметь в виду, что напряженность земного магнитного поля часто выражают не в эрстедах, а пользуются единицей, в 100 000 раз меньшей, которую обозначают греческой буквой γ (гамма).

Для геофизической разведки руд измерения напряженности магнитного поля Земли выполняют с точностью до десятых и даже сотых долей процента. При таких точных измерениях было обнаружено, что магнитное поле Земли не постоянно и испытывает, кроме *вековых изменений*, происходящих одновременно со смещением магнитных полюсов, также и *суточные колебания*, амплитуда которых то возрастает, то убывает одновременно с изменением магнитного состояния Солнца (приблизительно каждые 11 лет на поверхности Солнца наблюдается максимум «солнечных пятен», что сказывается на магнитном состоянии Земли; рис. 224). Иногда обнаруживаются резкие и весьма значительные изме-

1) От лат. *inclinare*—накло^нять.

2) От лат. *declinatio*—откло^нение.

нения магнитного поля Земли («магнитные бури»), которые совпадают с извержениями Солнцем потоков ионизированных газов (солнечных протуберанцев¹⁾).

Для изучения магнитного поля Земли составляют «магнитные карты», на которых соединяют линиями местности, имеющие одинаковые значения величин, характеризующих магнитное поле. Линии, указывающие места, где горизонтальные или же вертикальные составляющие поля имеют одинаковые значения, называют *изодинамами*²⁾, линии равных склонений—*изогонами*³⁾, линии равных наклонов — *изоклинами*⁴⁾.

В 1838 г. Гаусс впервые подверг математическому анализу своеобразное распределение магнитных изолиний. В конце прошлого века накопленные измерения были систематизированы, уточнены и расширены крупнейшим русским магнитологом Эрнестом Егоровичем Лейстом. В 1902—1904 гг. Николай Алексеевич Умов решил задачу, начатую Гауссом, и создал метод математической интерпретации всех главных особенностей магнитного поля Земли.

На некотором удалении от Земли магнитное поле Земли приближенно можно рассматривать как поле магнитного диполя с магнитным моментом $8,1 \cdot 10^{25}$ эрг/ге (при этом указанный диполь следует считать расположенным в нескольких сотнях километров от центра Земли к югу).

Происхождение магнитного поля Земли до настоящего времени не выяснено. Было предложено много гипотез, но все они оказались неудовлетворительными.

§ 60. Магнитное поле тока

Неподвижный электрический заряд и неподвижный магнитный полюс не взаимодействуют друг с другом. Между ними нет ни силы притяжения, ни силы отталкивания, и эти силы не возникают между ними ни при каких обстоятельствах, если они остаются неподвижными друг относительно друга. Однако достаточно привести электрический заряд или магнитный полюс в движение, как тотчас между ними появится сила взаимодействия, стремящаяся в р а щ а т ь их друг относительно друга. Сила эта возрастает при увеличении скорости их относительного движения и, помимо того, зависит от угла, образуемого направлениями их движения.

При движении зарядов и при перемещении связанного с зарядами электрического поля возникает магнитное поле. Вокруг движущегося электрического заряда появляются замкнутые линии магнитных сил; линии эти в виде концентрических окружностей охватывают траекторию заряда. Когда по проводнику проходит ток, вокруг проводника образуются замкнутые линии магнитной индукции, концентрическими кольцами охватывающие проводник: магнитные силы во всех точках плоскости, перпендикулярной к оси прямого тока, направлены по касательной к окружности, проведенной из точки пересечения оси тока с плоскостью, и лежат в этой плоскости. Силы, действующие в магнитном поле тока, убывают с увеличением расстояния от оси тока.

1) От лат. protuberare — в з д у в а т ь с я.

2) От греч. isos — р а в н ы й и dynamis — с и л а.

3) От греч. gōnia — у г о л.

4) От греч. klino — н а к л о н я ю,