

**МАГНИТОСТАТИКА В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ
ПО РАЗДЕЛУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ»****Д.Я. Каранчук, А.С. Скапцов, В.А. Юревич**

Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилев, Республика Беларусь

В сообщении анализируются особенности усвоения слушателями курса физики в рамках имеющегося набора лабораторных работ по указанной тематике той реальности, которая стоит за магнитными свойствами физических объектов, то есть, привычной для всех группой физических явлений, в решающей степени обеспечивающей человека используемой им для жизни и производства энергией и возможностью передачи и хранения информации об окружающем мире. Существует определенная проблема в том, что в понимании магнитных эффектов слушатели исходят из обыденного представления о силовом действии постоянных магнитов, изготовленных из магнитных материалов (ферромагнетиков). В лабораторных же измерениях силовые проявления магнитного поля рассматриваются в связи с его действием на движущиеся электрические заряды, а именно в электрических схемах с наличием тока проводимости. Непосредственно в приближении магнитостатики материальные причины магнетизма не рассматриваются, но изучается взаимодействие постоянных токов посредством создаваемого ими постоянного магнитного поля и способы расчета характеристик и пространственного распределения магнитного поля в этом случае.

Арсенал работ по магнетизму довольно типичен, и в наличном лабораторном практикуме университета можно особо выделить несколько работ, в основе которых лежат весьма характерные явления, происхождение которых убедительно подтверждается представлениями магнитостатики.

Среди них, прежде всего, лабораторная работа по изучению магнитного поля в физической схеме, образованной катушками (или кольцами) Гельмгольца. Схема состоит из двух соосно расположенных одинаковых радиальных катушек из проводящего материала, расстояние между центрами которых равно их среднему радиусу R . В центре системы имеется зона однородного магнитного поля, которая представляет эллипсоид вращения близкий к сфере радиусом $0.3R$. Величина магнитной индукции в однородной зоне определяется законом Био-Савара-Лапласа, может быть рассчитана на его основе и, одновременно, измеряется с применением датчика Холла. Предлагаемая работа опирается на обширный теоретический материал с анализом закономерностей силового действия магнитного поля (закон Ампера), проявлений силы Лоренца (изменение траектории движения носителя заряда в магнитном поле), следствий эффекта Холла (стимулированного силой Лоренца возникновения разности потенциалов на гранях образца проводника с током, помещенного в область с однородным магнитным полем).

Вторая работа из этого цикла посвящена изучению характеристик магнитного поля, индуцированного постоянным током в центральной области соленоида (то есть, внутри катушки из проводящего материала). В выводе формулы для величины напряженности исходят из очевидного допущения об однородности магнитного поля внутри соленоида. Здесь особо важно, что в итоге выполнения работы формируется понимание устройства такого важного элемента автоматических и радиотехнических приборов, как электромагниты. Будучи сердечником соленоида, при включении тока магнитные свойства способен приобрести образец из любого металла, в обычном состоянии ими не обладающего. Характерно также, что при выполнении задания работы обучаемые убеждаются в том, что периодически меняющееся магнитное поле в соленоиде в условиях переменного тока порождает специфический вид электрического сопротивления, измеряемого в витках катушки – реактивное сопротивление.

В третьей из работ с применением закономерностей магнитостатики изучается, в основном, следствие земного магнетизма – измеряется горизонтальная составляющая

напряженности магнитного поля планеты Земля. Результат суперпозиции магнитного поля Земли и поля, индуцированного в тангенс-гальванометре (устройстве, которое образовано несколькими последовательно соединенными круговыми витками, ориентированными в вертикальной плоскости), выражается в отклонении стрелки компаса от обычного, почти меридионального направления. Рассчитываемая с применением закона Био-Савара-Лапласа зависимость величины угла отклонения от силы постоянного тока в витках дает возможность оценки напряженности земного магнитного поля.

Приведено разъяснение того, что магнитным полем обладает ряд планет Солнечной системы с вероятной причиной их происхождения в существовании и характере движения металлических ядер в центре глубинной внутренней структуры этих небесных тел. Подчеркивается, что наличие магнитного поля у Земли является одним из решающих факторов существования привычных нам форм жизни на планете. В своем вращении вокруг Солнца Земля проходит сквозь потоки заряженных микрочастиц, которые содержатся в космических лучах и распространяются с субсветовыми скоростями. Магнитное поле планеты посредством фундаментальной силы Лоренца особым образом действует на движущиеся заряженные частицы, отклоняя и увлекая их во вращательное движение. Поэтому губительная для всего живого интенсивная космическая радиация удерживается на расстоянии от поверхности планеты (примерно на высоте 80 – 90 км), образуя там так называемые радиационные пояса. На высоких широтах вблизи магнитных полюсов частицы из космических лучей способны достигать верхних слоев атмосферы, ионизируя молекулы содержащихся в ней газов и обуславливая замечательное природное явление свечения атмосферы, известное как полярное сияние.

В последней из работ предлагается изучить процесс намагничивания вещества, помещенного во внешнее магнитное поле, но способного остаться намагниченным при дальнейшем снятии этого поля. Подобные вещества образуют целый класс материалов, именуемых ферромагнетиками, и существуют в различных агрегатных состояниях – это сплавы, химические соединения, жидкости. Важно, что в их составе обязательно присутствуют химические элементы, атомы которых обладают нескомпенсированным магнитным моментом. В этом – их отличие от остальных материалов (пара- и диамагнетиков) с «немагнитными» атомами. Ферромагнетики (среди них наиболее известны такие металлы, как железо, никель, кобальт) могут оставаться ненамагниченными. При наличии действующего внешнего магнитного поля в их внутренней структуре устанавливается дальний ферромагнитный порядок магнитных моментов атомов или моментов коллективизированных электронов (в металлических кристаллах), и образец материала представляет постоянный магнит уже в отсутствие приложенного поля.

Наличие такого свойства у этого рода магнетиков приводит к тому, что зависимость намагниченности образца от напряженности внешнего поля на этапе нарастания и убывания поля характеризуется разными кривыми (имеет место так называемая бистабильность). При циклическом изменении напряженности проявляется магнитный гистерезис – кривая зависимости намагниченности от напряженности образует замкнутую линию (петлю гистерезиса). Измерением развертки петли гистерезиса представлена суть задания работы.

Составители особо акцентируются на том, что сложный процесс намагничивания ферромагнетиков обусловлен тем, что в их структуре имеются области самопроизвольного намагничивания (домены), способные ориентироваться в направлении приложенного поля. Главным же фактором «намагничивания» атомов, группирующихся в домены, выступает существование спина электрона – собственного механического и связанного с ним магнитного момента. Это свойство электрона особым образом проявляется не только в ферромагнитных свойствах материалов, но и в структуре спектров излучения вещества. Ферромагнитные материалы широко применяются в устройствах записи, хранения и воспроизведения информации в современных электронных системах управления и связи.