



010201. Моделирование электростатического поля

Цель работы: Осуществить построение эквипотенциальных линий электростатического поля с помощью экспериментального моделирования в проводящей среде, в которой протекает переменный ток.

Требуемое оборудование

Модульно учебные комплексы:

1. Модульный учебный комплекс МУК-ЭМ1;

Приборы:

- | | |
|-----------------------------------|-------|
| 1. Блок амперметра-вольтметра АВ1 | 1 шт. |
| 2. Генератор напряжений ГН1 | 1 шт. |
| 3. Электролитическая ванна ЭВ01 | 1 шт. |
| 4. Проводники Ш4/Ш1,6 | 4 шт. |

Краткое теоретическое введение

Силовое электростатическое поле можно представить графически в виде силовых линий, называемых линиями напряженности. Вектор напряженности \vec{E} в каждой точке такой линии, направлен по касательной к ней и совпадает с ней по направлению. Густота линий характеризует величину напряженности электростатического поля.

Силовая и энергетическая характеристики электростатического поля связаны друг с другом.

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} \varphi.$$

Поверхности равного потенциала $\varphi = const$ называются эквипотенциальными.

Силовые линии пересекают эквипотенциальные поверхности под прямым углом.

Методика эксперимента

В слабо проводящую среду, которая представляет собой недистиллированную воду, помещают два металлических проводника, подсоединенных к источнику переменного тока (рис.1). Так как проводимость среды намного меньше проводимости помещенных в нее металлических электродов, то потенциал в разных точках этих электродов с достаточной степенью точности можно считать одинаковым. При этом топография поля в пространстве между ними будет такой же, какой была бы топография электростатического поля между заряженными проводниками, помещенными в однородную непроводящую среду.

В однородной изотропной среде $\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$, здесь \vec{j} - вектор плотности тока в проводящей среде, σ - удельная электропроводность (проводимость) среды.

Метод моделирования электростатического поля в проводящей среде основан на аналогии уравнений, описывающих электрическое поле в вакууме и в изотропной проводящей среде. Метод является удобным для практики, так как позволяет получить путем экспериментального моделирования сложную картину электростатического поля, аналитический расчет которого зачастую невозможен из-за сложности граничных условий. Использование переменного тока позволяет предотвратить выделение на электродах составных частей электролита. Для переменного синусоидального тока в электролите переменное электрическое поле не является потенциальным, в каждой точке напряжение изменяется со временем. Однако понятие «эквипотенциальной поверхности» как поверхности постоянно изменяющегося, но одинакового по амплитуде потенциала можно считать справедливым. Разные эквипотенциальные поверхности при этом характеризуются разным значением амплитуды напряжения.

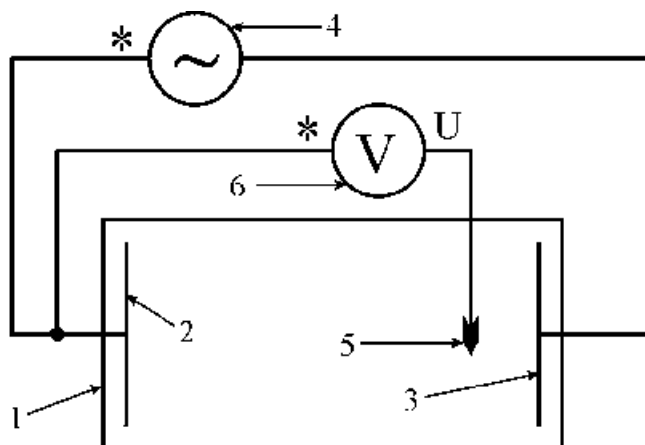


Рис.1

Рекомендуемое задание к работе

1. Согласуйте с преподавателем конфигурацию исследуемого поля.
2. Соберите схему согласно рис. 1.
3. Начертите в определенном масштабе координатную сетку и отметьте на ней положение и форму электродов.
4. Подключите электроды к генератору звуковых частот. Установите произвольное напряжение и частоту в диапазоне от 50 до 200 Гц.
5. С помощью вольтметра найдите точки, равноотстоящие по потенциалу (эквипотенциальные поверхности принято проводить так, чтобы между любыми соседними эквипотенциальными поверхностями разность потенциалов была бы одна и та же). Число эквипотенциальных поверхностей - не менее пяти. Число точек, принадлежащих одной эквипотенциальной поверхности - не менее семи. Зонд при измерениях держите вертикально.
6. По полученной картине эквипотенциальных линий проведите 6-7 силовых линий.
7. Оцените величину E - напряженности электрического поля в разных точках пространства.
8. Положите в ванну проводящее тело (по указанию преподавателя, например, кольцо).
9. Начертите картину поля, повторив п.5-6.
10. Оцените величину E - напряженности электрического поля в разных точках пространства. Докажите, что поле неоднородно.