

## О СИЛОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ С ТОКОМ

Оглоблин Г.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет», Комсомольск-на-Амуре, Россия, e-mail: e-mail: g-ogloblin@yandex.ru

В рамках техники и методики демонстрационного эксперимента в работе рассматривается опыт Ампера по силовому взаимодействию магнитных и электрических сил в параллельных проводниках, находящихся друг от друга на расстоянии  $L$ . Отмечается, что данный опыт был осуществлён ранее, где результаты эксперимента отражались с помощью оптического фонаря, а питание линии параллельных проводников осуществлялось от источника высокого напряжения. Было рассчитано критическое сопротивление линии, при котором магнитные и силовые взаимодействия перетерпевали изменения. С развитием новых материалов и технологий появилась возможность постановки опыта в качественно новых условиях с использованием детектора, выполненного на основе нано-технологий. Предлагаемый опыт проводится с проводниками, участки которых имеют большое сопротивление, а визуализация электрических полей осуществляется холестерическими жидкими кристаллами. Описан детектор коронного разряда на основе термоиндикатора с мезофазой 42-50°C. Представлена методика постановки и проведения опыта. В качестве участков с высоким сопротивлением коронные разряды в системе игла-плоскость.

Ключевые слова: опыт, Ампер, параллельные проводники, жидкие кристаллы, силы взаимодействия.

## ABOUT FORCE INTERACTION OF PARALLEL CONDUCTORS WITH A CURRENT

Ogloblin G.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Amur State University of Humanities and Pedagogy, Russia, e-mail: g-ogloblin@yandex.ru

Within the technology and techniques of the demonstration experiment in work experience Ampere power interaction of magnetic and electric forces in parallel conductors that are separated by a distance  $L$ . It is noted that this experience was done previously, where the results of the experiment were reflected with the help of the optical lantern and power lines parallel conductors were carried out from the high voltage source. Was calculated critical resistance line at which the magnetic interaction and pereterpevali changes. With the development of new materials and technologies appeared the possibility of establishing excellence in This article is devoted to the experience of the Ampere power interaction of the magnetic and electric forces in the parallel conductors are apart from each other at a distance  $L$ . If this experience is with conductors sites, which have great resistance and the visualization of electric fields is carried out with liquid crystals.

Keywords: experience, Ampere, parallel explorers, liquid crystals, forces, cooperation.

В работе [5] показано, что для взаимодействия прямых токов имеют место следующие законы Ампера:

Первый закон: параллельные токи одного направления притягиваются.

Второй закон: параллельные токи противоположного направления отталкиваются.

При этом не рассматривается цепь с  $R_{л} > R_{к}$ , где  $R_{л}$  - сопротивление линии,  $R_{к}$  - критическое сопротивление линии, когда эффект взаимодействия токов меняется. Эффект этот сегодня можно показать в видимом формате. И именно это является целью нашего исследования.

В работе [2] на основе опытных фактов показано и доказано, что эффект взаимодействия проводников при определённых условиях, когда

$R_{л} > R_{к}$ меняется на обратный, т. е., электрические силы преобладают над магнитными.

В опытах [1, 2] оценка результатов опыта проводилась в реальном времени и они наблюдались визуально в оптической проекции на экране. Для получения визуальной картины взаимодействия электрических полей параллельных токов с сопротивлением  $R_{л} > R_{к}$  использовались жидкие кристаллы и коронный разряд. В нашем случае  $R_{э}$  -сопротивление электрода типа игла, а  $R_{л}$  – это сопротивление воздушного промежутка между электродом типа игла и плоским электродом плюс сопротивление электрода типа игла,

$$R_{л} = R_{в} + R_{э}.$$

В реальных условиях величиной  $R_{э}$  можно пренебречь, так как  $R_{в} \gg R_{э}$ .

Применение жидких кристаллов позволяет получить реплику данных взаимодействий [2, 3, 4].

Исходные данные:

Преобразователь напряжения типа «Разряд» из коллекции типового школьного кабинета с  $U = 5кV$ .

Две швейные иглы длиной 70мм.

Плоский электрод размером 150x150мм (из белой жести).

Чёрный нитролак.

Диэлектрический держатель (из набора по электростатике) или два зажима.

Жидкие холестерические кристаллы с мезофазой 42-50°C.

Физический штатив – 2шт.

Плоский электрод обезжириваем и с одной стороны покрываем чёрным нитролаком. Через 2-3 часа наносим на плоский электрод жидкие кристаллы, предварительно подогрев электрод и жидкие кристаллы до 55-60°C на мармите. Даём жидким кристаллам растекаться равномерным слоем по поверхности электрода. Полученный таким образом детектор охлаждаем до комнатной температуры.

Методика постановки опыта.

Ток в проводниках идёт во встречных направлениях.

Собираем установку согласно рис.1, где 1 – источник типа «Разряд» на 5кV, 2- физический штатив, 3 – плоский электрод с нанесённым слоем жидких кристаллов, 4 – физический штатив, 5 – зажим положительного электрода 6, 7-зажим отрицательного электрода 8.5.

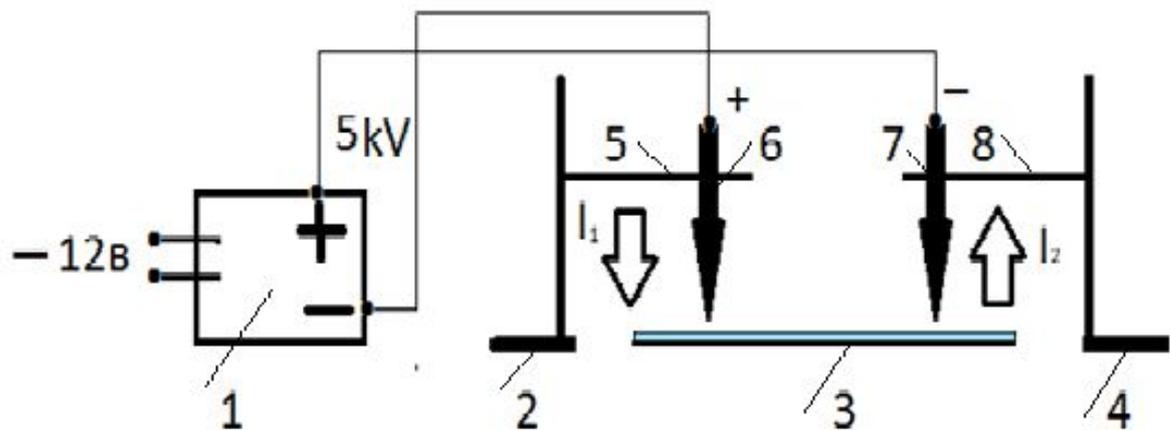


Рис.1. Блок-схема опыта параллельных проводников, когда ток идёт во встречных направлениях: 1. Источник питания. 2.4. Физический штатив. 3. Плоский электрод. 5.8. диэлектрические держатели. 6. Положительный электрод. 7.Отрицательный электрод.

Включаем установку и на жидкокристаллическом детекторе получаем отпечаток положительной и отрицательной короны. Размеры отпечатков разные, так как положительная корона при одинаковых условиях примерно в 1,63 раза больше отрицательной. По отпечаткам рис.2 можно судить о взаимодействии электрических полей: они притягиваются.



Рис.2. Реплика положительной и отрицательной корон. 1, 2-зажимы электродов типа игла. 4 – положительная корона, 5 – отрицательная корона. 3 – жидкокристаллический детектор (плоский электрод).

Вывод. В данном случае эффект отталкивания [1] заменился эффектом притягивания, так как параллельные токи противоположного направления в цепис  $R_{\text{п}} > R_{\text{к}}$  притягиваются.

Собираем установку согласно рис.3, где 1- источник типа «Разряд», 2-физический штатив, 3- плоский электрод, 4-физический штатив, 5- зажим положительного электрода 6, 7- зажим отрицательного электрода 8.

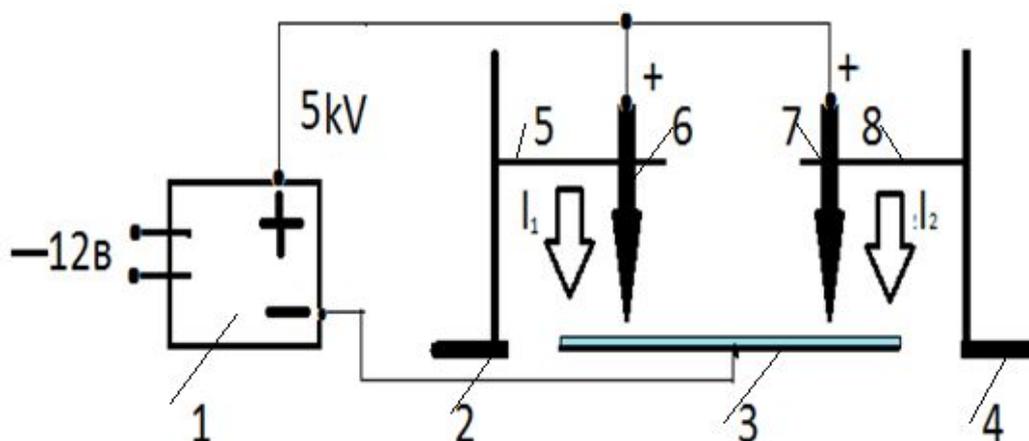


Рис.3. Блок-схема опыта параллельных проводников, когда ток идёт одном направлении; 1 - Источник питания. 2, 4– Физический штатив. 3 – Плоский электрод. 5.8 – Диэлектрический держатель. 6.7 – Положительные электроды.

Проводим опыт в той же последовательности, что и в первом случае. Получаем отпечатки двух положительных корон, из которых следует: электрические поля отталкиваются (рис.4).

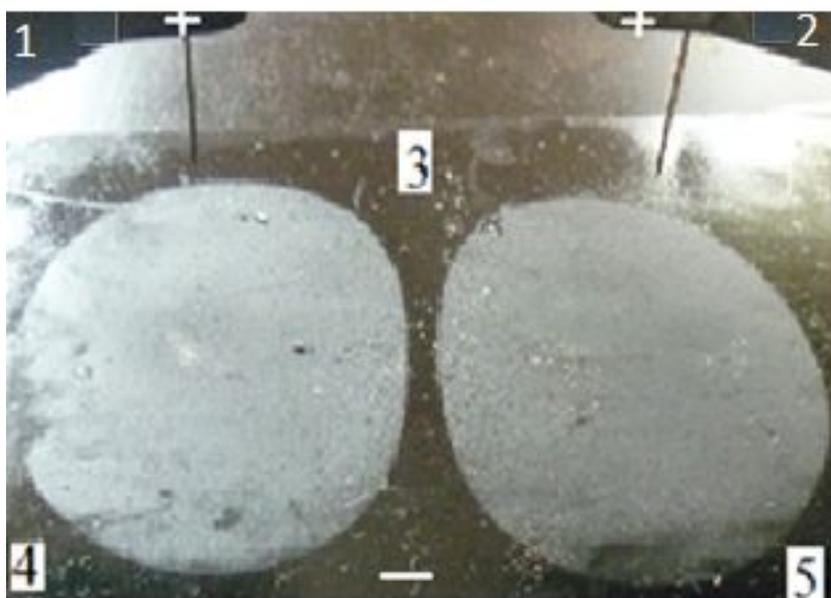


Рис.4. Реплика положительных корон: 1, 2 – зажимы электродов, 4, 5 – реплики положительных корон, 3 – жидкокристаллический детектор.

Вывод. В данном случае эффект притягивания [1] заменился эффектом отталкивания. Параллельные токи одного направления при  $R_l > R_k$  отталкиваются.

Таким образом, для высоковольтных цепей сопротивлением больше  $R_{критическое}$ , закон Ампера о взаимодействии параллельных токов ограничен, так как кулоновские силы преобладают над амперовскими.

Но в школьном курсе физики, а так же в курсе общей физики в вуза об этом умалчивают, как методисты, так и специалисты, читающие эти курсы.

### Список литературы

1. Малов Н.Н. Оглоблин Г.В. О силовых взаимодействиях проводов с током. // Известия вузов. Физика. – 1977. – Вып. 10. – С.151-153.
2. Оглоблин Г.В. Опыты с жидкими кристаллами. // Физика в школе. – 1977. -№5. – С. 94.-99.
3. Оглоблин Г.В. Датчики. Учебное пособие, Изд-во КГПУ, 2002. – 70с.
4. Стулов В.В., Одинокое В.И., Оглоблин Г.В. Физическое моделирование процессов при получении литой деформированной заготовки – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 175с.
5. Яковлев В.Ф. Курс физики. Электричество: учеб. для вузов. - М., 1960. – 456с.

### Рецензенты:

Сапченко И.Г., д.т.н., доцент, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре;

Шумейко А.А., д.п.н., профессор, ректор ФГБОУ ВПО Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, г. Комсомольск-на-Амуре.