1953 г. Март *Т. XLIX, вып. 3*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИСКУССТВЕННАЯ ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ РАДИОЛИНЗ

(Историческая справка)

И. Г. Кобылянский

В связи с утверждениями ряда американских и английских авторов об «открытии» искусственных преломляющих сред для радиолинз и их претензиями на приоритет советская научная и инженерная общественность уже поднимала вопрос о фактических создателях искусственного диэлектрика и первых прототипов современных волноводных радиолинз Н. А. Гезехусе[1], Н. А. Капцове[2] и М. А. Бонч-Бруевиче[3]. Однако, ввиду полного отсутствия указаний о приоритете Н. П. Кастерина и учитывая некоторую неполноту материалов о работе Н. А. Гезехуса, а также тот факт, что и в самое последнее время продолжаются попытки замалчивания работ русских учёных в данной области[4], нам кажется небесполезным восстановить с достаточной полнотой историческую правду.

Идея создания линз из искусственной неоднородной среды принадлежит видному русскому физику конца XIX и начала XX вв. — Николаю Александровичу Гезехусу (1845 — 1919).

Исходя из того факта, что звук в трубах малого сечения распространяется значительно медленнее, чем в воздухе, Н. А. Гезехус решил выполнить линзу для звуковых волн из пористого материала, так как указывал, что «распространение звука по трубам представляет частный случай распространения его по скважинам или каналам звукопропускающего тела»[5]. Как и следовало ожидать, результаты испытаний линз, изготовленных им из пуха и эбонитовых стружек, подтвердили правильность этой предпосылки. Значительное количество опытов позволило выяснить ряд свойств таких «скважистых» тел, в частности, «влияние высоты звука на его преломляемость в рыхлой среде при разной её плотности», иначе говоря, зависимость дисперсионных свойств искусственной преломляющей среды от размеров каналов и одновременно (что весьма важно, но, повидимому, не было замечено автором) от концентрации частиц,

эту среду образующих. В линзе Н. А. Гезехуса, как нетрудно заметить, заложены основы как волноводных («скважистых») линз, так и линз из искусственного диэлектрика.

О результатах своих исследований Н. А. Гезехус сообщил на заседании физического отделения Русского физико-химического общества 29 апреля 1886 г.[5].

Н. А. Гезехус предвидел, что результаты его работы могут быть использованы и в области электромагнитных явлений. Это подтверждается, например, следующим высказыванием автора.

«Распространение звука в скважистых, рыхлых или „звукопропускающих" телах... представляет аналогию с распространением света в прозрачных срединах или электрических колебаний в диэлектриках. Интерес и важность обстоятельного изучения законов распространения звука в скважистых телах заключается, между прочим, в том, что изучение этого сравнительно простого акустического явления... может привести к полезным выводам относительно подобных же, но более сложных оптических и электрических явлений».

Дальнейший вклад в разработку теории и экспериментальное изучение искусственных преломляющих сред был сделан Николаем Петровичем Кастериным (1869 — 1947). Его работа «О распространении волн в неоднородной среде»[6], предварительное сообщение о которой было опубликовано в 1898 г.[7], содержит, в частности, интересные соображения по теории поляризации диэлектриков и их моделей. В работе Н. П. Кастерина рассматриваются три варианта неоднородных сред: слоистая среда, среда, составленная из неподвижных шаров, и неоднородная среда, составленная из неподвижных резонаторов. Автор производит строгий теоретический анализ распространения волн в каждой из названных сред, определяет коэффициенты преломления и длину волны в этих средах, находит их дисперсионные и абсорбционные характеристики. В отличие от всех своих предшественников Кастерин особое внимание обращает на выяснение зависимости параметров среды от степени заполнения её шарами или другими частицами.

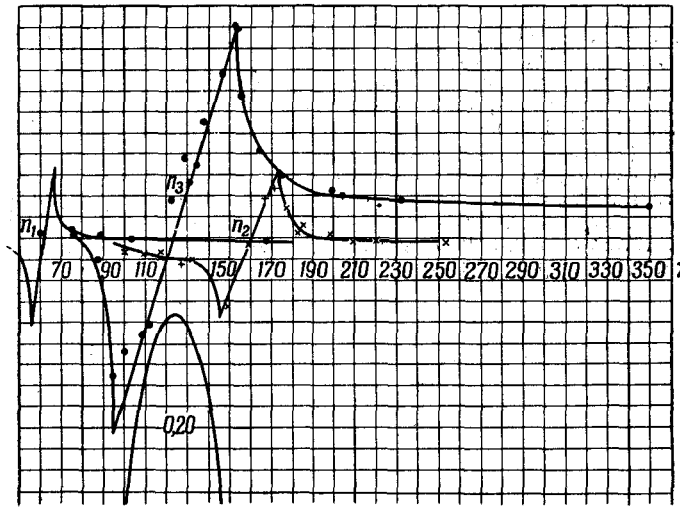
Однако созданием теории дисперсии звука в неоднородной среде значение работы Н. П. Кастерина далеко не исчерпывается, а этого обычно не отмечают даже в последних исследованиях[8].

Действительно, при внимательном прочтении указанной работы бросается в глаза явно выраженная целеустремлённость автора — дать строгое объяснение электромагнитным явлениям в периодически неоднородных средах. Это со всей очевидностью вытекает из следующих, например, высказываний Н. П. Кастерина:

«Чтобы лучше уяснить себе механизм распространения волн в такой (искусственной неоднородной.— *И. К.*) среде, мы исследуем сначала звуковые волны; методы, позволяющие произвести это исследование для звуковых волн, применимы и для случая волн

электромагнитных»... «Применение... полученных результатов к оптическим явлениям... возможно, по аналогии, сделать уже теперь».

Н. П. Кастерин смело обобщает полученные им результаты и показывает, что «теории Poisson'a, Mossotti, Clausius'a и лорда Rayleigh'я относительно намагничивания, диэлектрической поляризации и электропроводности неоднородного проводника являются простейшим частным случаем рассмотренной задачи». Действительно,



решения всех указанных задач вытекают из полученных Н. П. Кастериным результатов, если положить, что длина волны, падающей на искусственную среду, бесконечно велика.

Для экспериментальной проверки автор создаёт искусственную периодически неоднородную среду из неподвижных шаров. Опыты подтвердили полученные теоретические соотношения (см. рисунок).

Труд Н. П. Кастерина был высоко оценён современниками, в частности П. Н. Лебедевым.

Следующим крупным вкладом, завершившим, по существу, разработку искусственного диэлектрика, были широко известные работы Н. А. Капцова [2], относящиеся к 1920 г., когда он создал модель кристаллической решётки в виде равномерно распределённых в воздушном объёме металлических частиц и исследовал диффракцию радиоволн длиною в 2,1 и 3,5 *см* на этой модели.

Наконец, в 1936 г. М. А. Бонч-Бруевич выступил с идеей создания остронаправленных излучателей для сверхвысоких частот на базе искусственного диэлектрика. Он выполнил и испытал в дециметровом

диапазоне ряд линз и призм в виде соответствующего набора металлических элементов (диски, кольца)[3].

Как следует из приведённого обзора основных работ по созданию линз из искусственных сред, вся история радиолинз неразрывно связана с именами выдающихся русских учёных Н. А. Гезехуса, Н. П. Кастерина, Н. А. Капцова и М. А. Бонч-Бруевича, на много лет опередивших зарубежные работы в этой области.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Розенберг, Звуковые фокусирующие системы, М. — Л., Изд. АН СССР, 1949.
2. Н. А. Капцов, Ann. d. Physik, **69**, 112 (1922).
3. Вестник информаций, № 18, 3 (1950).
4. Ch. Süsskind, Journal of the British Institution of Radio Engineers, **12**, 49 (1952).
5. Н. А. Гезехус, ЖРФХО, **22**, 233 (1890).
6. Н. П. Кастерин, Учёные записки императорского Московского университета, Отдел физико-математический, выпуск 20 (1904).
7. Н. П. Кастерин, ЖРФХО, **30**, 61 (1898).
8. Очерки по истории физики в России, М., Учпедгиз, 1949.