

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Отчетъ по VI (Электротехническому) Отдѣлу Императорскаго Русскаго Техническаго Общества за 1904 годъ.

Предсѣдателемъ Отдѣла въ отчетномъ году состоялъ А. И. Смирновъ, кандидатомъ по предсѣдателю—П. С. Осадчій, дѣлопроизводителемъ—Н. Н. Георгіевскій.

Непремѣнными членами Отдѣла состояли: Г. Ф. Бѣлопольскій, П. К. Войводъ, Н. Н. Георгіевскій, П. П. Дмитренко, П. А. Ковалевъ, А. Г. Коганъ, Н. В. Поповъ, Ч. К. Скржинскій, Н. М. Сокольскій, Л. И. Толлочко, Э. Р. Ульманъ, В. Я. Флоренсовъ и Б. А. Эфронъ. Къ началу ноября 1904 года выбылъ изъ состава непремѣнныхъ членовъ Г. Ф. Бѣлопольскій и вновь избраны въ составъ непремѣнныхъ членовъ: П. Д. Войнаровскій и С. Д. Гефтеръ.

Къ началу 1904 года по VI Отдѣлу состояло 150 членовъ; къ концу 1904 года по VI Отдѣлу числилось 155 членовъ. Въ теченіи отчетнаго года заявили желаніе вступить въ число членовъ Общества по VI Отдѣлу 30 лицъ.

Дѣятельность Отдѣла въ отчетномъ году выразилась въ 17 Собраніяхъ, изъ нихъ 10 Общихъ Собраній Отдѣла и 7 Собраній непремѣнныхъ членовъ.

На Общихъ Собраніяхъ были заслушаны слѣдующіе 14 докладовъ и сообщеній:

1) С. Д. Гефтеръ — «О періодическихъ измѣненіяхъ формы кривой напряженія центральныхъ станцій и ихъ значеніе для эксплуатаціи».

2) С. Д. Гефтеръ — «О современномъ положеніи вопроса о правилахъ пользованія электрическими устройствами» \*).

3) Г. О. Графтію — «Объ утилизаціи кавказскихъ рѣкъ для полученія электрической энергіи» \*\*).

4) Н. Г. Егоровъ — «Разрядъ спирали Румкорфа при питаніи ея черезъ прерыватель Венелъта и явленіе бѣганія разряда между двумя расходящимися проводниками».

5) В. С. Игнатовскій — «Эпидіаскопъ Цейсса».

6) П. А. Ковалевъ — «Къ вопросу объ оживленіи дѣятельности VI Отдѣла Общества» \*).

7) П. А. Ковалевъ — «О мѣрахъ къ развитію русской электротехнической промышленности».

8) П. А. Ковалевъ — «О параллельной работѣ трансформаторовъ».

9) П. А. Ковалевъ — «О приборѣ, указывающемъ моментальное повышеніе напряженія въ сѣтяхъ, питаемыхъ переменнымъ токомъ».

10) П. А. Ковалевъ — «Энергія переменнаго магнитнаго поля».

11) А. Г. Коганъ — «О новыхъ гидравлическихъ устройствахъ въ Швеціи и Германіи».

12) А. Г. Коганъ — «О проектѣ переустройства с.-петербургскихъ городскихъ желѣзныхъ дорогъ на электрическую тягу» \*\*).

13) Л. Б. Красинъ — «Электрическая передача на нефтяныхъ промыслахъ Ашшеронскаго полуострова».

14) Т. Ф. Макарьевъ — «Новые типы паровыхъ турбинъ и сравненіе паровыхъ турбинъ съ паровыми машинами по послѣднимъ даннымъ».

Въ концѣ 1903 года, согласно Всенподданнѣйшему ходатайству Общества, послѣдовало Высочайшее соизволеніе на принятіе Его Императорскимъ Высочествомъ Великимъ Княземъ Михаиломъ Александровичемъ VI Отдѣла подъ Его Высочайшее покровительство. Августѣйшій покровитель Отдѣла осчастливилъ своимъ посѣщеніемъ засѣданіе Отдѣла 27 февраля 1904 года.

Въ отчетномъ году при Обществѣ учреждены двѣ преміи за работы по электротехникѣ: одна на проценты съ капитала въ 5000 рублей, пожертвованнаго почетнымъ членомъ Общества К. Ф. Сименсомъ—премія имени К. Ф. Сименса, другая на проценты съ капитала въ 1000 рублей, пожертвованнаго А. Ф. Чиколовой на учрежденіе преміи имени покойнаго ея мужа В. Н. Чиколова—премія имени В. Н. Чиколова. Первая премія будетъ присуждаться черезъ каждыя два года за выдающееся изобрѣтеніе, усовершенствованіе или изслѣдованіе въ области электротехники, вторая — черезъ каждыя пять лѣтъ за лучшее изобрѣтеніе, усовершенствованіе или изслѣдованіе въ области электротехники, предпочтительно за разработку во-

\*) См. журналъ „Электричество“, 1904 г. № 24.

\*\*) См. Труды Третьяго Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда. Т. IV, стр. 85.

\*) См. журналъ „Электричество“ 1904 г. № 22.

\*\*) См. Труды III В. Э. С. т. IV, стр. 329.

просовъ, касающихся электрическаго освѣщенія. Проекты положеній объихъ премій, по предложенію Совѣта Общества, были разработаны VI Отдѣломъ и внесены на одобреніе Совѣта Общества въ концѣ 1904 года.

Въ началѣ отчетнаго года замѣчалось нѣкоторое ослабленіе дѣятельности Отдѣла, главнымъ образомъ, изъ за отсутствія докладовъ. Последнее было, по видимому, слѣдствіемъ того, что въ концѣ 1903 г. и въ началѣ 1904 г. въ С.-Петербургѣ былъ III Всероссийскій Электротехническій Съѣздъ, и какъ VI Отдѣлъ, такъ и многіе изъ гг. членовъ Отдѣла, выступили на этомъ Съѣздѣ въ качествѣ докладчиковъ. Начавшееся въ концѣ 1904 г. оживленіе дѣятельности всего русскаго общества не могло не отразиться на дѣятельности и VI Отдѣла. Къ концу года, по инициативѣ непремѣннаго члена VI Отдѣла П. А. Ковалева, поднимается вопросъ объ оживленіи дѣятельности Отдѣла, сочувственно принятый всѣми членами Отдѣла. Въ виду назрѣвшей необходимости болѣе тѣснаго общенія между всѣми русскими электротехниками вообще и членами VI Отдѣла въ частности, засѣданія Отдѣла съ конца октября начинаютъ назначаться еженедѣльно, независимо отъ существованія на данное засѣданіе докладовъ. Особой повѣсткой къ дѣятельному участию въ засѣданіяхъ VI Отдѣла приглашаются какъ всѣ члены Общества, такъ всѣ бывшіе члены III Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда. Для обсужденія на подобныхъ засѣданіяхъ въ техническихъ бесѣдахъ намѣчается рядъ насущныхъ общихъ вопросовъ по электротехникѣ, которые и печатаются въ повѣсткахъ при извѣщеніи о такихъ засѣданіяхъ; подобные вопросы снимаются съ очереди только тогда, когда въ техническихъ бесѣдахъ они окажутся достаточно выясненными Отдѣломъ. Для большаго значенія журналовъ Собраній Отдѣла, въ которыхъ до сихъ поръ печатались только пренія по докладамъ, рѣшено печатать въ болѣе или менѣ сокращенномъ видѣ сами доклады или рефераты о нихъ, составляемые самими авторами. Для того, чтобы привлечь къ обсужденію общихъ вопросовъ и провинціальныя Отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, по крайней мѣрѣ тѣ, при которыхъ существуютъ Отдѣлы по электротехнической спеціальности, предположено результаты работъ Отдѣла по тѣмъ или другимъ вопросамъ въ видѣ правилъ, заключеній или постановленій разсылать для отзыва и въ провинціальныя Отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества. Для оживленія же дѣятельности Отдѣла предположено организовать періодическія экскурсіи по заводамъ и фабрикамъ и осмотры электротехническихъ сооружений какъ въ С.-Петербургѣ, такъ и въ ближайшихъ его окрестностяхъ. Далѣе рѣшено помѣщать въ повѣсткахъ запросы по техническимъ вопросамъ, могущіе поступать въ Отдѣлъ.

Вопросы, намѣченные къ обсужденію въ техническихъ бесѣдахъ Отдѣла, къ концу 1904 г., были слѣдующіе:

1) О земныхъ токахъ.

2) Аккумуляторы Эдисона.

3) Вопросъ объ обязательномъ страхованіи рабочихъ.

4) Помировка вознагражденія инженеръ-электриковъ за составленіе проектовъ и выполненіе работъ.

5) О способахъ и мѣрахъ къ созданію опытнаго средняго и низшаго электротехническаго персонала.

6) Установленіе ценза для лицъ, занимающихся электротехническими работами.

4 іюня 1904 года Министерствомъ Внутреннихъ Дѣлъ изданы «Наставленія для лицъ, наблюдающихъ за устройствомъ, содержаніемъ и провѣркой электротехническихъ сооружений». Въ виду того, что VI Отдѣлъ принималъ живое участіе въ разработкѣ правилъ пользования электротехническими устройствами на всѣхъ Электротехническихъ Съѣздахъ, Отдѣлъ просилъ П. К. Войвода, С. Д. Гефтера, П. П. Дмитренко и Н. М. Сокольскаго взять на себя трудъ сравнить изданныя Министерствомъ наставленія съ правилами, разработанными Съѣздами. Результаты сравненія представлены Отдѣлу въ докладѣ С. Д. Гефтера 17 декабря 1904 года. Наставленія, изданныя Министерствомъ, за подписью предсѣдателя Техническо-Строительнаго Комитета, представляютъ изъ себя почти дословную перепечатку правилъ I Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда, лишь съ незначительными редакціонными измѣненіями, изданными Постояннымъ Комитетомъ Всероссийскихъ Электротехническихъ Съѣздовъ еще въ 1901 году. Последнія правила въ настоящее время должны быть признаны устарѣвшими, и уже послѣ нихъ Электротехническимъ Съѣздомъ въ Москвѣ были разработаны новыя правила, которыя и были въ 1903 году представлены Постояннымъ Комитетомъ на утвержденіе Министерства Внутреннихъ Дѣлъ. Въ виду того, что въ настоящее время Постояннымъ Комитетомъ по порученію III Электротехническаго Съѣзда правила перерабатываются вновь, Отдѣлъ рѣшилъ выждать окончаніе разработки правилъ и затѣмъ одновременно съ ходатайствомъ Постояннаго Комитета войти съ своей стороны съ ходатайствомъ объ отбѣгѣ изданныхъ наставленій и о рекомендаціи вновь переработанныхъ Комиссіею при Постоянномъ Комитетѣ правилъ къ примѣненію на практикѣ впродъ до дальнѣйшаго ихъ измѣненія послѣдующими Электротехническими Съѣздами.

На II Всероссийскомъ Электротехническомъ Съѣздѣ 1901 – 1902 гг. въ Москвѣ VI Отдѣлъ въ докладѣ «о порядкѣ разрѣшенія и о надзорѣ за электротехническими устройствами» представилъ проектъ правилъ о порядкѣ разрѣшенія электротехническихъ устройствъ высокаго и повышеннаго напряженія, разработанный примѣнительно къ такому же проекту Техническо-Строительнаго Комитета для устройствъ низкаго напряженія. Въ проектахъ этихъ былъ проведенъ явочный порядокъ разрѣшенія устройствъ. Въ виду того, что циркуляромъ Министра Внутреннихъ Дѣлъ отъ 4 іюня 1904 г. за № 925 утвержденіе проектовъ всякаго рода электротехническихъ устройствъ установлена въ назначеніи предоставляется власти Губернаторовъ и слѣдовательно явоч-

ный порядокъ разрѣшенія устройствъ пока оставленъ открытымъ, VI Отдѣлъ поручилъ непремѣнному члену Отдѣла Э. Р. Ульману вновь рассмотреть этотъ вопросъ и сдѣлать по данному вопросу въ Отдѣлѣ докладъ, для возбужденія отъ имени Общества соответствующаго ходатайства. Параллельно этому Отдѣлъ просилъ непремѣннаго члена Отдѣла Н. М. Сокольскаго взять на себя трудъ разработать вопросъ объ явочномъ порядкѣ примѣнительно къ телефонному дѣлу и сдѣлать по этому вопросу докладъ въ Отдѣлѣ.

Въ отчетномъ году VI Отдѣломъ были рассмотрѣны и даны заключенія по слѣдующимъ вопросамъ:

1) Въ концѣ 1903 года Симферопольская Городская Управа обратилась въ VI Отдѣлъ съ просьбою выработать тѣ необходимыя условія, которыя должны были бы лечь въ основаніе проекта устройства электрическаго освѣщенія и электрической желѣзной дороги въ г. Симферополѣ.

Для рассмотрѣнія данаго вопроса была при Отдѣлѣ образована особая коммиссія въ слѣдующемъ составѣ: А. И. Смирновъ, П. П. Дмитренко, Н. М. Сокольскій и Э. Р. Ульманъ. Коммиссія эта разработала техническія условія для вызова конкуренціи на устройство электрическаго освѣщенія и трамвая въ г. Симферополѣ, а также приблизительный расчетъ стоимости устройства и эксплуатаціи трамвая въ г. Симферополѣ, которые и представила въ Симферопольскую Городскую Управу въ маѣ 1904 года.

2) Въ концѣ 1904 года поступила отъ Кутаисской Городской Управы просьба о составленіи проекта техническихъ условій на устройство въ г. Кутаисѣ электрическаго освѣщенія и трамвая, а также рассмотрѣнія самаго проекта. Для разработки этихъ вопросовъ Отдѣломъ образована коммиссія въ слѣдующемъ составѣ: А. И. Смирновъ, П. П. Дмитренко, Н. М. Сокольскій и Э. Р. Ульманъ.

3) Въ послѣднихъ числахъ декабря 1904 года, отъ имени Нижегородской Городской Управы, предсѣдатель Ревизіонной Коммиссіи обращался съ просьбою о рассмотрѣніи проектовъ освѣщенія и устройства городской центральной электрической станціи въ г. Нижнемъ-Новгородѣ и о дачѣ заключенія по представленнымъ различными фирмами сметамъ.

4) Въ концѣ 1904 года С.-Петербургскій Городской Голова просилъ разъясненія по встрѣтившемуся по примѣненію на практикѣ контракта на поставку телефонныхъ кабелей затрудненію—возможно ли считать разнозначными по результатамъ и одинаково гарантирующими дальнѣйшую правильность дѣйствія телефонныхъ кабелей способы ихъ испытанія: а) путемъ двухмѣсячной работы въ общей сѣти, черезъ центральную станцію и б) путемъ пробы, черезъ двухмѣсячный промежутокъ, особыми приборами.

Данный вопросъ былъ предметомъ обсужденія на двухъ засѣданіяхъ—общемъ Собраніи Отдѣла и на Собраніи непремѣнныхъ членовъ, и мнѣніе по нему Отдѣла препровождено С.-Петербургскому,

Городскому Головѣ въ послѣднихъ числахъ декабря 1904 года.

5) Въ концѣ 1904 года С.-Петербургскій Городской Голова просилъ VI Отдѣлъ дать заключеніе о количествѣ новыхъ абонентовъ, могущихъ быть включенными въ новую городскую телефонную сѣть въ теченіе 1905 года, безъ ущерба для правильности ея дѣйствія.

Данный запросъ былъ рассмотрѣнъ въ Собраніи непремѣнныхъ членовъ Отдѣла и заключеніе VI Отдѣла было переслано С.-Петербургскому Городскому Головѣ въ послѣднихъ числахъ декабря 1904 года.

6) Въ концѣ 1904 года С.-Петербургскій Городской Голова, въ видахъ всесторонняго выясненія дѣла о порядкѣ исполненія работъ по переустройству городскихъ желѣзныхъ дорогъ первой очереди на электрическую тягу, просилъ VI Отдѣлъ высказать свое мнѣніе о цѣлесообразности предполагаемаго осуществленія работъ. При этомъ была прислана программа осуществленія работъ по переустройству линій первой очереди городскихъ желѣзныхъ дорогъ на электрическую тягу. Вопросъ этотъ начатъ рассмотрѣніемъ въ Собраніи непремѣнныхъ членовъ Отдѣла, но въ виду его сложности будетъ окончень въ первой половинѣ января 1905 года.

7) Управление Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ просило VI Отдѣлъ дать заключеніе по выработанному при Управленіи особою коммиссіею проекту правилъ объ электрическихъ установкахъ на судахъ, плавающихъ по внутреннимъ воднымъ путямъ. Рассмотрѣніе даннаго проекта передано было сперва П. С. Осадчому, какъ предсѣдателю коммиссіи по правиламъ при Постоянномъ Комитетѣ Всероссийскихъ Электротехническихъ Съѣздовъ, а затѣмъ послѣ его отъѣзда на Дальний Востокъ—С. Д. Гефтеру. Заключеніе VI Отдѣла по данному проекту еще не представлено въ Управление Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ.

8) Въ концѣ 1903 года Начальникъ Государственной Типографіи, въ виду предполагаемаго перехода съ пароваго движенія на электродвиженіе, просилъ у VI Отдѣла разъясненія нѣкоторыхъ техническихъ вопросовъ, какъ-то: 1) насколько представляется выгодныхъ въ матеріальномъ отношеніи, замѣна пароваго движенія печатныхъ машинъ электродвигателями; 2) какимъ электродвигателямъ при типографскомъ дѣлѣ должно быть отдано предпочтеніе—тихоходнымъ или скороходнымъ, принимая во вниманіе и относительную ихъ стоимость; 3) насколько представляется выгоднымъ устройство собственной станціи при цѣлѣ за электрическую энергію для освѣщенія по 1,8 коп., и для двигателей по 1,25 коп. за гектоваттъ-часъ.

Рассмотрѣніе этого вопроса было поручено Отдѣломъ Н. В. Попову. Отвѣтъ, составленный Н. В. Поповымъ, былъ рассмотрѣнъ Отдѣломъ въ текущемъ году и по утвержденіи препровожденъ г. Начальнику Государственной Типографіи.

9) Въ началѣ 1904 года къ VI Отдѣлу обращался за содѣйствіемъ Императорскій Сельско-Хо-

звѣдственный Музей по установкѣ въ музей электродвигателя. Отдѣломъ вопросъ этотъ переданъ на разсмотрѣніе П. В. Попова.

10) Согласно просьбѣ г. Директора Третьяго Реального Училища объ экспертизѣ устроеннаго въ зданіяхъ училища электрическаго освѣщенія, VI Отдѣлъ прислалъ М. М. Курбанова и Г. Н. Шведера взять на себя трудъ производства означенной экспертизы, что и было ими исполнено.

11) VI Отдѣломъ при содѣйствіи Д. К. Чернова и В. Д. Кирилчева разсмотрѣна переданная Совѣтомъ Общества статья И. А. Крылова: «Ислѣдованіе стали и желѣза новѣйшими методами».

Въ отчетномъ году депутатами отъ VI Отдѣла въ Совѣтѣ Электротехнической Школы Императорскаго Русскаго Техническаго Общества состояли: П. В. Поповъ, Ч. К. Скржинскій и В. А. Эфронъ.

Представителями Отдѣла въ различные коммисіи въ отчетномъ году были избраны:

Въ коммисію для разработки проекта нормъ допускаемыхъ напряженій въ желѣзобетонныхъ сооруженіяхъ, состоящую при Императорскомъ Русскомъ Техническомъ Обществѣ, — Н. Ф. Савельевъ.

Въ образованную при Императорскомъ Россійскомъ Пожарномъ Обществѣ коммисію по разсмотрѣнію вопроса о безопасности театровъ въ пожарномъ отношеніи — П. К. Войводъ и Г. Н. Шведеръ.

Въ отчетномъ году непрѣмнымъ членомъ Отдѣла П. А. Ковалевымъ прочтены три публичныя лекціи по электротехникѣ, причемъ сборъ съ одной изъ нихъ поступилъ въ пользу Общества Краснаго Креста.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

**Фотометрическія изслѣдованія надъ селеномъ Ф. Таунсендъ\*).** Фотоэлектрическія свойства селена открыты въ семидесятихъ годахъ, и съ тѣхъ поръ они не разъ изучались съ цѣлью примѣненія ихъ къ фотометріи или свѣтовой и звуковой телеграфіи. Большинство этихъ работъ имѣли въ виду не столько теоретическое изученіе свойствъ металла, сколько практическія ихъ примѣненія, и поэтому систематическому изслѣдованію селень подвергался сравнительно мало, и въ литературѣ трудно найти точныя свѣдѣнія о добываніи его и о свойствахъ.

Селень открытъ Берцеліусомъ въ 1817 году. Онъ получается въ различныхъ, аллотропическихъ видоизмѣненіяхъ, смотря по той обработкѣ, которой онъ подвергался. Если расплавить его и быстро охладить, то получается прозрачная, стекловидная масса, темно-красная на видъ въ проходящемъ свѣтѣ. Это вещество обладаетъ свойствами діэлектрика и ничтожной проводимостью. Если же расплавленный селень охлаждать очень медленно, то получается непрозрачная, сѣрая масса къ кристаллическимъ строеніемъ; это видоизмѣненіе селена обладаетъ уже гораздо большей проводимостью. Эти электрическія и оптическія свойства селена находятся въ согласіи съ требованіемъ электромагнитной теоріи свѣта, чтобы вещества, обладающія металлической проводимостью, были непрозрачны для электромагнитныхъ колебаній. Но и въ этомъ видѣ селень, обнаруживая свѣточувствительность, обладаетъ еще слишкомъ большимъ

удѣльнымъ сопротивленіемъ. Нагрѣвая же объ формы, какъ кристаллическую, такъ и аморфную, въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ въ банѣ при температурѣ до 180°, можно значительно увеличить ихъ проводимость и въ то же время получить при охлажденіи повышенную чувствительность къ свѣтовымъ вліяніямъ. Проводящая, кристаллическая форма и употребляется для разныхъ практическихъ примѣненій. Аморфное видоизмѣненіе плавится при 210° Цельсія, температура же плавленія кристаллическаго селена лежитъ значительно выше.

Въ виду того, что селень даже въ кристаллическомъ видѣ имѣетъ большое удѣльное сопротивленіе, необходимо приготавливать его для фотографическихъ опытовъ въ такомъ видѣ, чтобы проводящій слой имѣлъ поперечное сѣченіе и небольшую глубину. Можно нарѣзать на внутренней стѣнкѣ трубки изъ какого нибудь огнеупорнаго діэлектрика два параллельныхъ спиральныхъ хода, въ которые укладываются двѣ проволоки, идущія рядомъ. Трубка нагрѣвается нѣсколько выше 210 градусовъ и внутрь ея вливается расплавленный селень, который при вращеніи трубки, покрываетъ ея стѣнки тонкимъ слоемъ. При такомъ устройствѣ свѣточувствительнаго проводника необходимо примѣнять параболическія зеркала, иначе та половина свѣточувствительнаго вещества будетъ подвергаться дѣйствію свѣта. Другой способъ состоитъ въ устройствѣ стопки съ чередующимися слоями проводящаго, непроводящаго и свѣточувствительнаго вещества. Металлическія пластинки черезъ одну соединяются вмѣстѣ и такимъ образомъ можно получить для прохожденія тока слой съ большимъ поперечнымъ сѣченіемъ. Наконецъ, можно намотать на доску изъ какого нибудь огнеупорнаго непроводника, напр., шифера, двѣ параллельныя проволоки, причемъ разстояніе между ними необходимо сдѣлать, какъ можно меньше, во всякомъ случаѣ значительно меньше миллиметра. Слой селена, которымъ покрывается доска, долженъ быть также очень тонкій, потому что вслѣдствіе непрозрачности селена лучи проникаютъ только на незначительную глубину. Если толща селена слишкомъ велика, то освѣщенію подвергается только внѣшній слой, и большая часть тока проходитъ черезъ слой неосвѣщенные, въ то время, какъ желательнo, чтобы весь токъ проходилъ въ средѣ, подвергнутой дѣйствію свѣта.

Изъ вышесказаннаго о приготовленіи свѣточувствительныхъ, селеновыхъ сопротивленій ясно, что влага на поверхности должна значительно вліять на ихъ электропроводность. Самый лучшій приемъ, по мнѣнію Румера, состоитъ въ помѣщеніи селеноваго сопротивленія въ пустомъ стеклянномъ балонѣ. Въ качествѣ электродовъ могутъ служить различные металлы, какъ мѣль или серебро. Довольно трудно заставить селень плотно осѣсть на проводникахъ, хотя онъ и соединяется до нѣкоторой степени съ металломъ, образуя тонкій слой селонида. Но это послѣднее соединеніе въ охлажденномъ состояніи очень хрупко и легко отслаивается отъ металла. Если слегка полудить мѣдный или латунный проводникъ, то селень держится лучше.

Послѣ приготвленія такого тонкаго слоя селена, онъ подвергается нагрѣванію въ банѣ при температурѣ около 190° въ продолженіи трехъ часовъ; послѣ этого ему даютъ медленно охладиться, но и процессъ охлажденія занимаетъ около трехъ часовъ. Если нагрѣваніе продолжалось недостаточно долго, то при охлажденіи сопротивленіе опять возрастаетъ, хотя и не до прежней величины. Результаты такой неполной обработки селеноваго сопротивленія изображены на чертежѣ въ видѣ двухъ кривыхъ (фиг. 1) А и В. Первая изображаетъ измѣненіе сопротивленія селена при нагрѣваніи; она показываетъ, что переходъ селена изъ непроводящаго состоянія въ проводящее происходитъ примѣрно при 170° Ц. Другая кривая В, изображаетъ ходъ сопротивленія при охлажденіи,

\* См. также, Э—во, т. г. № 1, стр. 9.

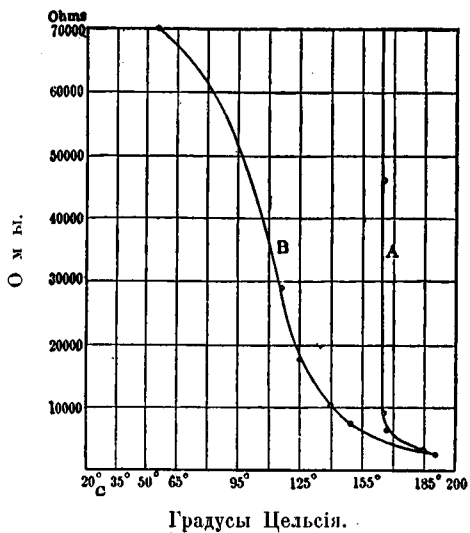
послѣ того какъ селенъ пробылъ въ банѣ около часа съ четвертью. Послѣ охлаждения селенъ оказался свѣточувствительнымъ.

Другой чертежъ (фиг. 2) показываетъ результаты болѣе продолжительнаго нагрѣванія. Въ этомъ случаѣ въ баню вмѣстѣ съ селеновымъ сопротивленіемъ была помѣщена лампа, позволяющая на ряду съ со-

уменьшаютъ сопротивление и увеличиваютъ чувствительность селена къ освѣщенію.

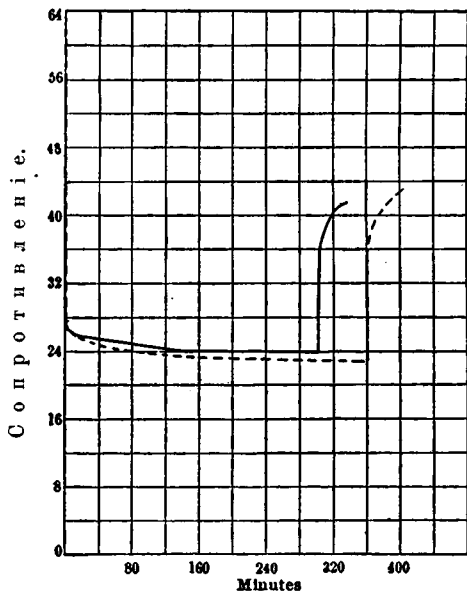
Весьма заманчивая задача примѣнить селенъ для фотометрическихъ изслѣдованій въ качествѣ объективнаго показателя силы освѣщенія встрѣчаетъ на практикѣ значительныя затрудненія. Въ особенности существенна неодинаковая чувствительность селена къ различнымъ лучамъ свѣта, такъ что сколько нибудь удовлетворительно можно примѣнять его лишь для измѣренія однородныхъ источниковъ свѣта.

При продолжительномъ освѣщеніи однимъ и тѣмъ же источникомъ сопротивление медленно падаетъ съ теченіемъ времени. Это паденіе не можетъ быть объяснено нагрѣваніемъ селена, такъ какъ при малой массѣ его и большой поверхности должно скоро наступить термическое равновѣсіе. На фиг. 3 ясно замѣтно медленное убываніе, а затѣмъ, при удаленіи источника свѣта, сначала быстрое, потомъ медленное возрастаніе сопротивления. Полное возстановленіе первоначальнаго сопротивления достигается лишь черезъ 24 часа.

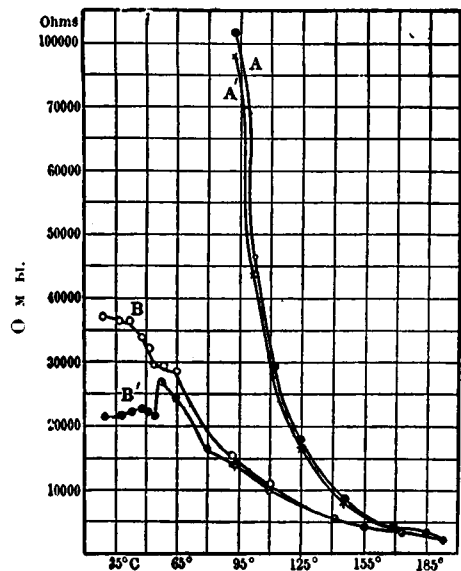


Градусы Цельсія.  
Фиг. 1.

противленіемъ измѣрять свѣточувствительность селена при разныхъ сопротивленіяхъ. При нагрѣваніи сопротивление и чувствительность къ освѣщенію быстро уменьшались, при чемъ около 170° послѣдняя совершенно исчезала. Это видно по кривымъ А и А',



М и н у т ы.  
Фиг. 3.



Градусы Цельсія.  
Фиг. 2.

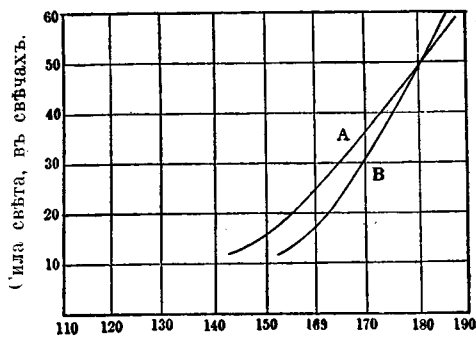
которые сливаются около 170°. Кривыя В и В' обнаруживаютъ, что свѣточувствительныя свойства селенъ пріобрѣтаетъ вновь при температурѣ около 130°, а съ 60° наблюдается рѣзкое паденіе сопротивления при освѣщеніи. Это свойство затѣмъ сохраняется селеномъ и при болѣе низкихъ температурахъ. Такимъ образомъ продолжительное нагрѣваніе и охлажденіе

Видъ кривой зависитъ отъ цѣлаго ряда условий, напримѣръ, времени, въ теченіи котораго селенъ оставался въ темнотѣ, силы освѣщенія, которому онъ подвергался, и т. п. Чтобы получить согласные результаты, необходимо было выработать опредѣленный методъ для обращенія съ селеновымъ сопротивленіемъ.

Слѣдующій методъ далъ хорошіе результаты. Послѣ того, какъ селенъ пробылъ въ темнотѣ около 24 часовъ, черезъ него пропускаютъ токъ отъ батареи опредѣленной электродвижущей силы и замѣчаютъ отклоненіе гальванометра. Послѣ этого его подвергаютъ освѣщенію отъ одного источника и въ концѣ первыхъ пяти минутъ наблюдаютъ силу тока. Свѣтъ удаляютъ по истеченіи пяти минутной экспозиціи и ожидаютъ пока отклоненіе гальванометра не достигнетъ нѣкотораго произвольнаго предѣла, лежащаго, конечно, выше того отклоненія, которое наблюдалось въ темнотѣ до экспозиціи со свѣжимъ, неуставшимъ еще селеномъ. Когда сопротивление селена приметъ опредѣленную такимъ образомъ величину, его подвергаютъ освѣщенію отъ другого источника, опять въ продолженіи пяти минутъ. Селенъ затемняется, пока сопротивление его не вернется къ той величинѣ,

которую оно имѣло передъ послѣдней экспозиціей. Такимъ способомъ можно получить кривую для однороднаго свѣта различной силы; эту кривую можно въ точности воспроизводить при соблюденіи каждый разъ одинаковыхъ условий.

Но какъ фотометрической методъ указанный способъ неудовлетворителенъ уже вслѣдствіе того, что для каждаго опредѣленія требуетъ значительнаго времени. При помощи этого метода получена кривая А (фиг. 4). На оси абсциссъ нанесены величины отклоненія стрѣлки гальванометра въ дѣленіяхъ шкалы, на оси ординатъ сила источника свѣта въ свѣчахъ. Вторая кривая, В, получена при нѣсколькихъ другомъ режимѣ. Селенъ въ этомъ случаѣ подвергается



Отклонения гальванометра.

Фиг. 4.

сначала въ продолженіи примѣрно 45 секундъ освѣщенію сильнымъ источникомъ свѣта; затѣмъ въ темнотѣ ждутъ, пока сопротивленіе селена не достигнетъ величины нѣсколько меньшей, чѣмъ въ предыдущемъ методѣ. Тогда подвергаютъ его дѣйствию свѣта отъ одного изъ измѣряемыхъ источниковъ свѣта въ продолженіи пяти минутъ, затемняютъ пока сопротивленіе не достигнетъ прежней величины, освѣщаютъ другимъ источникомъ и т. д. Кривыя А и В иллюстрируютъ, какъ могутъ измѣняться показанія фотометра, основаннаго на фотоэлектрическихъ свойствахъ селена, въ зависимости отъ условий опыта.

Такимъ образомъ практическое примѣненіе замѣчательныхъ свойствъ селена наталкивается на серьезныя, хотя и врядъ ли непреодолимыя затрудненія. Разностороннее и подробное изученіе этихъ свойствъ можетъ повести къ осуществленію многого того, что кажется невыполнимымъ при современномъ недостаткѣ систематическихъ изысканій по этому вопросу. (Electr. Review, V. 45).

**Электро - капиллярный записывающій приборъ Орлинга-Армстронга.** Въ „Electrical Review“ помѣщено описаніе очень интереснаго по своимъ свойствамъ прибора, а именно: регистратора Орлинга-Армстронга. Еще въ 1901 г. появился весьма чувствительный электро-капиллярный релѣ Орлинга-Армстронга. Съ тѣхъ поръ сдѣланы большіе успѣхи въ дѣлѣ усовершенствованія этого прибора. Приемникъ настолько упрощенъ, что главные части его можно изготовить за нѣсколько копѣекъ, хотя онъ обладаетъ чрезвычайно высокой чувствительностью и въ то же время приспособленъ къ записи сигнализации помощью фотографіи. Слѣдующее краткое описаніе прибора можетъ, поэтому, представить нѣкоторый интересъ.

На фиг. 5 изображены въ разрѣзѣ существенныя части одного изъ такихъ записывающихъ приборовъ. Какъ и въ вышеназванномъ релѣ принципъ приспособленія тотъ же, что въ электрометрѣ Липпмана; дѣйствіе его зависитъ отъ измѣненія поверхностнаго натяженія въ колеблющейся поверхности между рту-

тью и растворомъ сѣрной кислоты, когда между этими двумя средами устанавливается нѣкоторая разность потенциаловъ. Въ релѣ пользовались этимъ измѣненіемъ, заставляя ртуть вытекать изъ капиллярной трубки и эта механическая сила примѣнялась непосредственно. Въ регистраторѣ же ртуть никогда не вытекаетъ изъ капиллярной трубки, а подымается и опускается въ ней, сообразно со знакомъ разности потенциаловъ.

На фиг. 5 Т—трубка, содержащая ртутный столбъ; она заканчивается тонкимъ капиллярнымъ изгибомъ подъ поверхностью раствора сѣрной кислоты; капиллярная часть наклонена подъ прямымъ угломъ къ трубкѣ, а колеблющаяся поверхность между двумя жидкостями находится посрединѣ длины горизонтальной части. Контактъ съ ртутью происходитъ посредствомъ платиновой проволоки, впаянной въ стекло, а съ электролитомъ посредствомъ нѣкотораго количества ртути, какъ показано на рисункѣ. Когда между полюсами устанавливается нѣкоторая разность потенциаловъ, конецъ тонкой ртутной нити то приближается къ отверстию трубки, то отступаетъ отъ него, сообразно съ полярностью. Помощью проекціоннаго фонаря увеличенное изображеніе нити проектируется на движущуюся свѣтосъчувствительную ленту, давая такимъ образомъ записи такого же вида, какъ показано на фиг. 6. Добавочныя трубки, изображенныя на фиг. 5, предназначены только для того, чтобы установить положеніе ртутной нити въ капиллярной трубкѣ. Слѣдующая разстановка остается безъ измѣненія, конецъ нити неизмѣнно возвращается къ положенію нуля, какъ только исчезаетъ разность потенциаловъ.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Весь приборъ содержитъ, кромѣ прерывателя, еще проекціонный фонарь и вычерненный, не пропускающій свѣта ящикъ, въ которомъ помѣщаются свѣтосъчувствительная лента и двигатель, приводящій ленту въ движеніе. вмѣсто дуговой лампы пользуются теперь лампочкой Нернста, а черный ящикъ замѣняется узкой щелью въ стѣнѣ обыкновенной темной комнаты, такъ что ленту можно проявлять и фиксировать безостановочно по мѣрѣ того, какъ она воспринимаетъ фотографическіе отпечатки.

Обращаясь къ практическому примѣненію прибора, мы должны предположить, что на практикѣ токъ не проходитъ сквозь приборъ, такъ что дѣйствіе его обуславливается только поляризацией поверхности электролита; вслѣдствіе этого достаточно чрезвычайной малой силы для приведенія въ дѣйствіе этого весьма чувствительнаго прибора. Такъ, напримѣръ, вполне достаточно трети вольта при одномъ мегомѣ. Въ виду этого вышеописанный приборъ особенно пригоденъ въ примѣненіи къ подводному кабелю; онъ замѣняетъ собой дѣйствіе сифоннаго приемника и по утверженію изобрѣтателей обладаетъ даже вдвое большей пропускной способностью. На Атлантическихъ кабеляхъ сифонъ уже былъ замѣненъ регистраторомъ Орлинга-Армстронга и, кромѣ того, его уже примѣняли въ сухопутныхъ линияхъ. Замѣтимъ еще, что, благодаря большой чувстви-

тельности этого прибора, достаточно батареи очень малой силы даже для подводных кабелей, и настъ увѣряютъ, что даже тогда, когда кабели перерѣзаны, сообщеніе поддерживается путемъ индукціи. Регистраторъ Орлинга-Армстронга можетъ служить для воспріятія сигналовъ, переданныхъ помощью кабеля. Приборъ этотъ примѣнимъ также и къ беспроводному телеграфу, если его примѣнить въ связи съ обыкновеннымъ когереромъ. Отличительной чертой здѣсь является то, что когда на практикѣ никакой токъ не проходитъ черезъ когереръ, какъ въ данномъ случаѣ, то послѣдній самъ себя разобщаетъ. Такимъ образомъ сигналы Морза можно записывать также легко, какъ при телеграфированіи по проводамъ.

Посредствомъ прибора Орлинга-Армстронга были посланы сообщенія изъ Лондона въ Нью-Йоркъ, не прибѣгая ни къ промежуточнымъ рѣде, ни къ повторенію сообщеній.

Большое число регистраторовъ можно соединить параллельно безъ всякаго ущерба для успѣшности ихъ работы, а быстрота, съ которой это приспособленіе отвѣчаетъ на электрическіе импульсы, оказывается поразительной. Достаточно, напримѣръ, чтобы камертонъ звучалъ передъ телефоннымъ приемникомъ, соединеннымъ съ регистраторомъ, чтобы воспроизвести записи колебаній камертона. Это обстоятельство не только служитъ доказательствомъ замѣчательныхъ свойствъ прибора, но и наводитъ на мысль о другихъ его примѣненіяхъ. Можно надѣяться, что при его посредствѣ значительныя улучшения будутъ достигнуты во всѣхъ родахъ телеграфированія.

**Электролитическій детекторъ электромагнитныхъ волнъ. Ротмундъ и Лессингъ.** Не такъ давно Фессенденъ и Шлемилкъ обратили вниманіе на любопытныя свойства тонкаго платинового острія, погруженнаго въ электролитъ и играющаго роль анода. При прохожденіи электромагнитныхъ волнъ черезъ вольтметръ, въ которомъ анодомъ служитъ такое остріе, какъ бы уменьшается сопротивленіе вольтметра, т. е. при той же электродвижущей силѣ увеличивается сила тока. Такая чувствительность къ электромагнитнымъ колебаніямъ даетъ возможность примѣнить очень малый анодъ въ качествѣ детектора электромагнитныхъ волнъ, дѣйствующаго подобно когереру. При этомъ оказывается, что чѣмъ меньше поверхность электрода, тѣмъ больше чувствительность этого детектора.

По мнѣнію Фессендена, явленіе это—термического происхожденія, т. е. является слѣдствіемъ нагрѣва электролита около анода и возрастанія его электропроводности. Болѣе внимательное изученіе явленія съ электрохимической точки зрѣнія показали неосновательность этой теоріи. Опытъ, поставленный съ цѣлю провѣрки объясненія Фессендена, установилъ полную независимость дѣйствія когерера отъ температурнаго коэффициента электропроводности. Какъ известно, температурный коэффициентъ фосфорной кислоты при высокихъ температурахъ принимаетъ отрицательныя значенія; поэтому всякое явленіе, связанное съ джоулевымъ тепломъ, должно при переходѣ отъ низкихъ температуръ къ болѣе высокимъ мѣнять свой знакъ. Но явленіе, о которомъ здѣсь идетъ рѣчь, не измѣняетъ своего характера и при высокихъ температурахъ растворовъ фосфорной кислоты, вплоть до 94°. При всякихъ температурахъ влияние электромагнитныхъ волнъ имѣетъ результатомъ возрастаніе силы тока. Кромѣ того, если замѣнить электролитъ ртутью, элементъ перестаетъ реагировать на электромагнитныя возмущенія, хотя по теоріи Фессендена онъ долженъ дѣйствовать, какъ антикогереръ.

Въ виду этого, для объясненія механизма явленія напрашивается другая гипотеза. Можно предположить, что электромагнитныя возмущенія измѣняютъ

не сопротивленіе электролита, а поляризацию тонкаго электрода. Это предположеніе подтвердилось при непосредственномъ измѣреніи потенциала острія.

Измѣренія эти показали, что при наличности электрическихъ колебаній въ системѣ, къ которой приключенъ электролитическій детекторъ, падаетъ потенциалъ острія и возрастаетъ сила тока. Это дѣйствіе обнаруживается, какъ въ томъ случаѣ, когда остріе является анодомъ, такъ и въ томъ, когда оно служитъ катодомъ, но уже въ болѣе слабой степени. Необходимо лишь, чтобы одинъ изъ электродовъ былъ сильно поляризованъ въ то время, какъ другой можно было считать неполяризуемымъ.

Когда электрическія колебанія возникаютъ въ цѣпи, содержащей вольтметръ съ остриемъ, уже поляризованнымъ постояннымъ источникомъ тока, то сопротивленіе, которое представляетъ вольтметръ при прохожденіи тока, зависитъ отъ направленія послѣдняго. Та составляющая переменнаго тока, которая способствуетъ возрастанію поляризации острія, то есть имѣетъ направленіе поляризации силы, встрѣчаетъ препятствіе въ видѣ электродвижущей силы поляризации и не проходитъ или же проходитъ только въ незначительно мѣрѣ; другая же составляющая переменнаго тока проходитъ легко, такъ какъ имѣетъ одно направленіе съ электродвижущей силой поляризации, и проходя уменьшаетъ поляризацию острія. Такимъ образомъ электрическія колебанія въ цѣпи съ электролитическимъ детекторомъ оказываютъ деполяризующее влияние на вольтметръ съ остриемъ. Понятно, что для сколько нибудь замѣтнаго дѣйствія электрическихъ колебаній необходима нѣкоторая плотность тока у электрода, поэтому чѣмъ меньше энергія, получаемая резонирующей системой, тѣмъ меньше должны быть размѣры острія.

Совершенно подобное явленіе можно наблюдать, если устроить элементъ съ легко поляризуемымъ электродомъ. Въ этомъ случаѣ не требуется вышней поляризующей, такъ какъ элементъ поляризуется самопроизвольно. Такой элементъ можно построить по схемѣ элемента Даніеля, замѣнивъ растворъ  $CuSO_4$ , растворомъ сѣрной кислоты. Въ этомъ случаѣ мѣдное остріе является сильно поляризуемымъ электродомъ, тогда какъ цинковый электродъ, погруженный въ растворъ цинковаго купороса при той ничтожной силѣ тока, которая имѣется въ цѣпи (элементъ замкнутъ на сопротивленіе въ миллионъ омовъ) можно считать вовсе неполяризованнымъ. Прибавляя къ раствору у мѣднаго острія раствора какой либо мѣдной соли, можно уменьшить поляризацию острія, что и наблюдалось авторами этой работы.

Такимъ образомъ, объясненіе, предложенное въ этой работѣ, подтверждается многочисленными данными и его можно считать окончательно установленнымъ. (Drud. Ann.)

**Измѣненія окраски коллоидальныхъ растворовъ золота. Кирхнеръ и Зигмонди.** Явленіе резонанса для электромагнитныхъ колебаній съ большой длиной волны можетъ считаться общеизвестнымъ и довольно хорошо изученнымъ. Нельзя сказать того же относительно колебаній съ періодомъ, приближающимся по величинѣ къ періоду свѣтовыхъ колебаній. Экспериментальныя трудности, встрѣчающіяся въ этой области, затрудняютъ изученіе явленія резонанса на колебанія съ короткими волнами. Рубенсъ сдѣлалъ первую попытку провѣрить общеизвестныя свойства резонаторовъ для случая тепловыхъ лучей съ длинной волной, такъ называемыхъ „остаточныхъ лучей“. Дальнѣйшая разработка вопроса для области видимыхъ лучей была дана Вудомъ, Косоновымъ, Кирхнеромъ и др. По наблюденіямъ послѣдняго, пѣтнная фотографія, полученная по способу Липпмана, измѣняетъ окраску при высыханіи. Если допустить, что окраска жела-



тиновой эмульсии зависит от присутствия серебряных частиц, играющих роль резонаторов на световых колебания, то изменение окраски при высыхании желатинового слоя объясняется сближением частиц серебра. Такое сближение, вследствие взаимного влияния микроскопических резонаторов, изменяет собственный период колебаний их, вследствие чего максимум поглощения и отражения, от которого зависит окраска пленки, перемещается в сторону красного конца спектра. То же наблюдал Зигмонди в желатинированных растворах золота.

Теория, которую дал Планк для случая, когда имеются много резонаторов взаимно влияющих друг на друга, приводит к результатам в основных чертах совпадающих с явлениями, наблюдаемыми Кирхнером. По этой теории при удалении резонаторов друг от друга должно произойти перемещение полосы поглощения в сторону фиолетового конца спектра, а кроме того сужение этой полосы, которая дѣлается болѣе рѣзко очерченной.

Настоящее изслѣдованіе надъ коллоидальными растворами золота в желатинѣ в общих чертахъ подтверждаетъ теорію Планка. Желатиновые пленки, полученные по способу Зигмонди, представляютъ изъ себя безцвѣтную массу, в которой разсыяны микроскопическіе комочки болѣе плотной и интенсивно окрашенной массы, состоящей изъ желатинированнаго коллоидальнаго раствора золота. В каждомъ такомъ комочкѣ содержатся сотни ультрамикроскопическихъ золотыхъ частицъ, играющихъ роль резонаторовъ. Масса каждаго такого резонатора в среднемъ равна  $7.10^{-14}$  мгр. Комочки же окрашеннаго раствора настолько малы, что видны в проходящемъ свѣтѣ только при самыхъ болѣе сильныхъ апертурахъ. Такимъ образомъ поглощеніе свѣта и окраска пленки зависитъ исключительно отъ строенія этихъ системъ, состоящихъ изъ нѣсколькихъ сотъ резонаторовъ.

Теорія Планка принимаетъ, что разстоянія между частицами велико по сравненію съ ихъ размѣрами и что металлическія частицы имѣютъ форму шара. Эти условія не удовлетворяются в разсматриваемомъ случаѣ, такъ какъ частицы расположены очень тѣсно другъ около друга и имѣютъ по всей вѣроятности форму плоскихъ листочковъ. Такимъ образомъ количественнаго совпаденія между результатами теоріи и опытомъ ждть и нельзя было, но можно было ожидать, что съ качественной стороны теорія Планка найдетъ себѣ подтвержденіе.

По подсчету Кирхнера совпаденіе между вычисленными величинами по теоріи Планка и непосредственными измѣреніями вполне удовлетворительно. Хотя его вычисленія опираются на рядъ гипотезъ и допущеній, такъ что абсолютныя величины поглощенія не представляются надежными, но все же кривыя поглощенія, наблюдаемаго в пленкахъ, представляютъ хорошее согласіе съ теоріей.

Интересно, что прибавленіе электролита къ раствору золота вызываетъ такія же измѣненія окраски, какъ и высыханіе желатиновыхъ пленокъ. Свойство электролитовъ образовывать хлопья и осаждаютъ коллоидные растворы обнаруживается и в водномъ растворѣ золота. Золотыя частички соединяются в комочки или хлопья, подобные тѣмъ, которые наблюдаются въ желатиновыхъ пленкахъ. Такое сближеніе частицъ, соединеніе ихъ въ агрегаты вызываетъ, какъ и слѣдуетъ по Планку, измѣненіе окраски, перемѣщеніе максимума поглощенія.

(Drud. Ann.).

## О Б З О Р Ъ.

**Электрическая тяга переменнымъ токомъ.** Вопросъ о примѣненіи переменнаго тока для тяги составляетъ теперь злобу дня. Наиболѣе часты-

ми, а потому и интересными случаями примѣненія являются слѣдующіе:

- a. Трамвай городскіе и междугородные.
- b. Желѣзныя дороги воздушныя, подземныя и подгородныя.
- c. Вѣтки и легкіе трамваи.
- d. Желѣзныя дороги большой скорости и дальняго сообщенія.

Въ дальнѣйшемъ будутъ изучены качества и недостатки двигателей переменнаго тока по сравненію съ двигателями постояннаго тока.

Разсмотримъ прежде всего трехфазные двигатели. Съ точки зрѣнія отдачи трехфазный двигатель почти такъ же хорошъ, какъ наилучшій двигатель постояннаго тока одинаковой мощности; но стоимость оборудованія в первомъ случаѣ значительно выше, такъ какъ, во-первыхъ, вмѣсто одного провода нужно прокладывать по крайней мѣрѣ два, а кроме того и всѣ приборы, какъ коллекторы, прерыватели, предохранительные приборы и проч. стоятъ для трехфазнаго тока значительно дороже, чѣмъ для постояннаго.

Что касается того неудобства, что при трехфазномъ токѣ нужно пользоваться двумя троллеями вмѣсто одного, какъ при постоянномъ токѣ, то это неудобство искупается тѣмъ, что можно примѣнять болѣе высокое напряженіе, что представляетъ значительную экономію на линияхъ большой длины. Но повышеніе напряженія ограничено. Вообще говоря, является сомнительной возможность примѣненія напряженія выше 2000 вольтъ, такъ какъ нѣтъ возможности поддерживать изоляцію двигателей въ достаточной степени, вследствие толчковъ, пыли, влажности и проч., которые неизбежны при желѣзнодорожномъ движеніи.

Регулированіе скорости. Между различными способами, предложенными для регулированія скорости трехфазныхъ двигателей, при желѣзнодорожномъ движеніи употребляется теперь только два: введеніе сопротивленій и измѣненіе соединенія двигателей изъ параллельнаго въ послѣдовательное и обратно. Въ то время, какъ въ двигателяхъ постояннаго тока скорость измѣняется одновременно съ вращающимъ моментомъ, который двигатель долженъ развить, двигатели трехфазнаго тока обладаютъ тѣмъ, собственно для желѣзнодорожной тяги полезнымъ свойствомъ, что скорость ихъ остается всегда почти постоянной, но за то въ значительной степени возрастаетъ потребляемая ими энергія. Вслѣдствіе этого, станціи трехфазнаго тока должны развить мощность на 30% болѣе, чѣмъ станціи постояннаго тока при одномъ и томъ же профилѣ пути. Включеніе сопротивленія въ цѣпь ротора для уменьшенія скорости двигателей не имѣетъ никакого смысла, такъ какъ излишекъ энергіи, который шелъ раньше въ двигатели, будетъ теперь потерянъ въ сопротивленіи. Скорость то будетъ меньше, но въ то же время и отдача двигателей уменьшится.

Введеніе сопротивленія въ цѣпь ротора аналогично регулированію скорости шунтоваго двигателя постояннаго тока посредствомъ введенія сопротивленія въ цѣпь якоря. Но въ обоихъ случаяхъ этотъ способъ очень дорогъ и неудобенъ, такъ какъ нужно имѣть подходящія и хорошо вентилируемыя сопротивленія, для которыхъ трудно найти мѣсто въ вагонѣ. Можно также работать съ такимъ избыткомъ напряженія, чтобы двигатель могъ, смотря по состоянію пути, вынести случайныя и довольно значительныя перегрузки на подъемахъ.

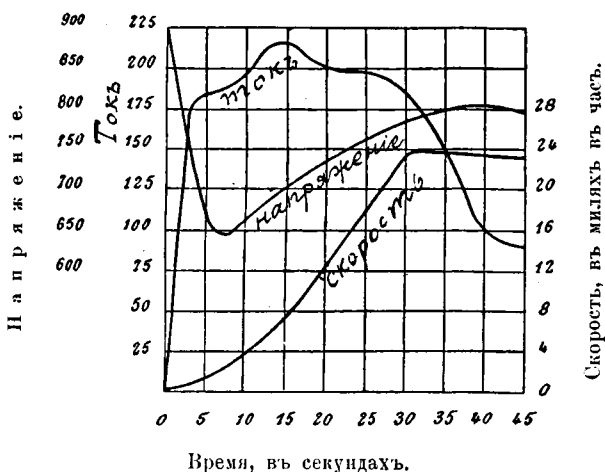
Не нужно упускать изъ виду громаднаго вліянія колебаній напряженія на работу трехфазнаго двигателя. Въ то время, какъ вращающій моментъ двигателя постояннаго тока не зависитъ отъ колебаній напряженія, вращающій моментъ трехфазнаго двигателя измѣняется пропорціонально квадрату напряженія. Такъ, напримѣръ, двигатель въ 80 силъ можетъ безопасно въ теченіе нѣсколькихъ минутъ выдерживать нагрузку въ 200 силъ при 500 вольтахъ, но



при напряжении на 7,5% ниже 500 вольт, его максимальная мощность равна только  $200 \times \left(\frac{462}{500}\right) = 172$  силы.

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что трансформаторы, питающіе линію, должны быть установлены такимъ образомъ, чтобы двигатели работали всегда при полномъ напряженіи; на подъемахъ желательнo даже, чтобы напряженіе было выше нормальнаго.

На станціяхъ, работающих на линію, измѣненія напряженія бывають иногда очень значительны. Машины въ одинъ моментъ нагружены полностью, въ другой нагрузка падаетъ до незначительной величины. Въ настоящее время наилучшіе генераторы трехфазнаго тока при постоянныхъ скорости и возбужденіи даютъ измѣненіе напряженія отъ 14 до 16% при показателѣ мощности въ 0,8. Если добавитъ 5% на потери въ питающихъ проводахъ и троллѣ и 3 + 5% потери отъ потерь отъ измѣненія скорости машины, то напряженіе на линіи можетъ колебаться на 30%. Наглядный примѣръ этого колебанія напряженія представляеть фиг. 7.



Фиг. 7.

Подобныя колебанія напряженія очень вредно, какъ уже было выяснено, отзываются на работѣ двигателей. Къ счастью, можно избѣгать этого колебанія напряженія, пользуясь системой гиперкомпандирования, дающей прекрасные результаты, какъ въ случаѣ трехфазнаго, такъ и постояннаго токовъ.

Такъ какъ вращающій моментъ асинхроннаго двигателя возрастаетъ пропорціонально квадрату напряженія, то въ случаѣ подъемовъ или начала движенія, когда двигатель долженъ развивать наибольшій вращающій моментъ, можно пользоваться или какимъ-либо повысителемъ напряженія, помѣщеннымъ въ вагонѣ, или переменной соединеніи звѣздой на соединеніе треугольникомъ. Но послѣдній способъ не особенно примѣнимъ, такъ онъ во-первыхъ довольно сложенъ, а во-вторыхъ, понижаетъ показатель мощности.

Вообще говоря, энергія, потребляемая трехфазнымъ двигателемъ, при началѣ движенія на 20% больше энергіи, потребляемой двигателемъ постояннаго тока въ тѣхъ же условіяхъ. Но съ другой стороны двигатель постояннаго тока развиваетъ большое ускореніе въ началѣ, которое затѣмъ падаетъ по мѣрѣ возрастанія скорости вращенія, между тѣмъ, какъ ускореніе въ трехфазномъ двигателѣ оно остается почти все время постояннымъ. Послѣдовательное соединеніе двигателей трехфазнаго тока, соединенныхъ механически и вращающихся съ одинаковой скоростью при параллельномъ соединеніи, аналогично такому же соединенію двигателей постояннаго тока, но только въ томъ смыслѣ, что этимъ путемъ можно

уменьшить скорость на половину, не вводя сопротивленій.

На Вальтелинской желѣзной дорогѣ принято слѣдующее устройство: вагонъ имѣетъ 4 двигателя, 2 высокаго напряженія (3000/300 в) и два низкаго (330/330 в). Двигатели низкаго напряженія употребляются только въ началѣ движенія до достиженія половины полной скорости и при тормаженіи отъ полной скорости до половины. Все же остальное время они выключены, а работаютъ одни двигатели высокаго напряженія. Для измѣненія скорости, въ роторы двигателей высокаго напряженія и въ статоры двигателей низкаго напряженія включаютъ сопротивленія. При такомъ устройствѣ нѣтъ необходимости ни въ какомъ вспомогательномъ приборѣ для того, чтобы вращающій моментъ четырехъ двигателей, соединенныхъ послѣдовательно имѣлъ ту же величину, что и вращающій моментъ двухъ двигателей соединенныхъ параллельно.

Но на ряду съ этими преимуществами есть и неудобства. Напримѣръ, отдача и показатель мощности, когда двигатели соединены послѣдовательно, гораздо меньше, чѣмъ при параллельномъ соединеніи. На Вальтелинской дорогѣ отдача при полной нагрузкѣ двигателей высокаго напряженія равна 89,5%, двигателей низкаго напряженія—90%, а при послѣдовательномъ соединеніи отдача всего только 80%.

Однофазные двигатели. Въ настоящее время есть четыре типа однофазныхъ двигателей:

- 1) Асинхронные двигатели.
- 2) Послѣдовательные двигатели (Ламмъ, Финци).
- 3) Асинхронные репульсионные двигатели (Арнольдъ, Дери, Шюлеръ).
- 4) Послѣдовательные репульсионные двигатели (Латуръ, Эйхбергъ-Винтеръ).

Мы не будемъ совершенно говорить о первомъ классѣ однофазныхъ двигателей, такъ какъ они не имѣютъ прямого приложенія къ электрической тягѣ по слѣдующимъ причинамъ: ихъ отдача и показатель мощности меньше, чѣмъ у соответствующихъ трехфазныхъ двигателей; они развиваютъ въ началѣ движенія очень слабый вращающій моментъ и могутъ переносить только сравнительно небольшую перегрузку. Но за то у нихъ есть большое преимущество: они не имѣютъ коллектора.

Однофазные двигатели второго класса давно уже известны подъ названіемъ двигателей съ пластинчатыми полюсами. Они построены почти такъ же, какъ двигатели постояннаго тока съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ, только у нихъ полюса сдѣланы изъ листового желѣза. Эти двигатели обладаютъ всѣми возможными недостатками коллекторныхъ двигателей: низкая отдача, сильное нагреваніе, искрообразование и чересчуръ большой вѣсъ при слабой мощности.

Начиная съ 1893 года этими двигателями усердно занялись и теперь удалось построить удовлетворительные двигатели этого типа. Главными недостатками этихъ двигателей являются слѣдующіе:

И с к р о б р а з о в а н і е. Въ коллекторныхъ двигателяхъ секціи обмотки якоря присоединены къ пластинкамъ коллектора и при помощи щетокъ черезъ извѣстные промежутки времени замыкаются на короткую. Если въ то время, когда катушки замкнуты на короткую, черезъ нихъ проходитъ сильный магнитный потокъ, то въ нихъ образуется довольно сильный токъ, и при размыканіи происходитъ искрообразование; кромѣ того, токъ, проходящій черезъ эти катушки, ослабляетъ поле.

Для ослабленія токовъ короткаго замыканія Финци соединяетъ катушки съ коллекторомъ черезъ сопротивленіе; но можно обойтись и безъ сопротивленія, вычисливъ надлежащимъ образомъ ширину щетокъ и уменьшивъ частоту переменнаго тока.

Низкая, сравнительно, отдача. Причиной этого является большая, по сравнению съ двигателями постояннаго тока и асинхронными, потери въ желѣзѣ и въ мѣди.

Уменьшение частоты повышает отдачу. Малый показатель мощности, являющийся следствием сильной реакции якоря.

Применение коллекторных двигателей делает необходимой установку трансформатора в вагон, так как они работают только при низких напряжениях; изменение скорости производится посредством изменения коэффициента трансформации. Этот способ очень экономичен и уравнивает их слабую отдачу.

Двигатели третьего класса являются двигателями смешанного типа; в начале движения они работают, как репульсионные двигатели, а после достижения известной скорости все пластины коллектора замыкаются на короткую, и они работают, как асинхронные двигатели.

Характеристичной особенностью репульсионного двигателя является сильный вращающий момент в начале движения и его ослабление по мере увеличения скорости. Отдача его и показатель мощности малы, и двигатель, сравнительно, слишком тяжел для развиваемой им мощности. В виду этого, и в особенности потому, что это легко сделать, репульсионный двигатель вполне естественно превратить в асинхронный, так как около синхронизма последний работает очень хорошо. Арнольд достиг этого тем, что после достижения известной скорости центробежный аппарат замыкает на короткую все пластины коллектора. Дери для этой же цели изменял число полюсов аналогичным способом. Но эти двигатели не особенно удобны для тяги, так как управление ими довольно затруднительно.

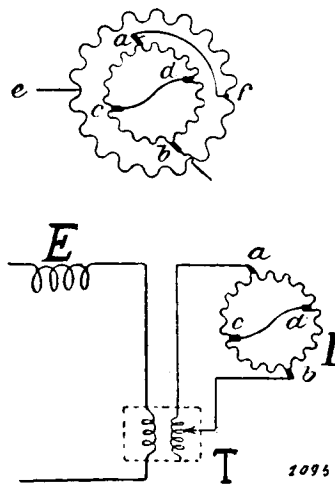
В двигатель Шюлера преобразование репульсионного двигателя в синхронный производится при посредстве скользящих колец и сопротивления, включаемого в цепь якоря звездой, при чем якорь оказывается замкнутым на короткую. Щетки коллектора остаются замкнутыми на короткую все время. При нормальной скорости ток почти не проходит через щетки, так как секции якоря при этой скорости замкнуты на короткую посредством колец. При скоростях меньших нормальной часть тока из якоря идет через щетки, а другая часть через сопротивление якоря; при этом якорь работает на половину, как в репульсионном двигателе, наполовину как в асинхронном. Вообще говоря, двигатель Шюлера имеет большой вращающий момент в начале движения, не потребляет при этом чрезмерно большого тока, и дает возможность регулировать скорость в широких пределах при значительно меньшей потере энергии в сопротивлениях, чем в трехфазном двигателе, работающем в тех же условиях. Но его отдача, показатель мощности и способность к перегрузке значительно меньше, чем у трехфазного двигателя. С точки зрения потребления энергии этот двигатель вполне аналогичен последовательному двигателю.

Четвертый класс двигателей обладает способностью работать при высоком напряжении. Это двигатели Латура и Эйхберг-Винтера. Эти двигатели частью последовательные, частью репульсионные и являются наиболее интересными. Два важных свойства отличают их от других последовательных или репульсионных двигателей: 1) показатель мощности у них одинаков при всех условиях и 2) поле производится у них не индуктором, а якорем.

На фиг. 8 изображены системы Латура и Эйхберг-Винтера. Обмотки этих двигателей соответствуют обмоткам двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Якоря же их вполне подобны якорю обыкновенных асинхронных двигателей.

Разсмотрим фигуру А; при поднятых щетках *a* и *b* ток проходит только через индуктор. В этом случае мы имеем репульсионный двигатель, обладающий сильным вращающим моментом в начале движения и прекрасной коммутацией при син-

хронизмъ. Но, какъ было уже сказано, репульсионный двигатель обладает слабой отдачей и, несмотря на всякия предосторожности, даетъ сильное искрообразование при скорости вращения ниже синхронизма. Но эти недостатки исчезаютъ совершенно, какъ только якорь получить токъ черезъ щетки *a* и *b*, замкнутыя на короткую и расположенныя подъ прямымъ угломъ къ щеткамъ *c* и *d*; это приспособление превращаетъ двигатель въ репульсионный последовательный. Двигатель имѣетъ тогда показатель мощности, равный единицѣ при всѣхъ нагрузкахъ, вращающій моментъ въ началѣ движения, какъ у трехфазнаго двигателя. Онъ даетъ возможность изменять скорость въ широкихъ пределахъ посредствомъ изменения напряженія на щеткахъ *a* и *b*.



Е—индукторъ; I—якорь; Т—трансформаторъ для возбужденія якоря.

Фиг. 8.

Единственная разница между двигателемъ Латура и Эйхберг-Винтера заключается въ томъ, что выключаемый якорь не соединенъ прямо последовательно съ индукторомъ, а при помощи трансформатора. Употребление трансформатора для питания якоря даетъ возможность индуктору работать подъ полнымъ напряженіемъ линіи.

Разсмотрѣвъ все типы двигателей переменнаго тока, нельзя, однако, сказать какой изъ нихъ окажется наилучшимъ для электрической тяги; можно только констатировать, что въ этой новой области былъ достигнутъ большой прогрессъ и надо надѣяться, что въ ближайшемъ будущемъ двигатели переменнаго тока достигнутъ еще большей степени совершенства.

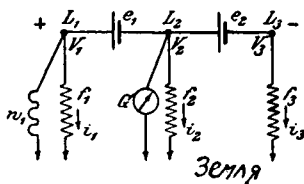
(Journal of Inst. of Electr. Engineers).

**Определение сопротивления изоляции отдельных проводов многопроводной системы постоянного тока во время работы.** Общее сопротивление изоляции многопроводной системы постоянного тока можетъ быть определено по способамъ Фрелиха, Фриша или при помощи мостика Витстона, но только при двухпроводной системѣ по этимъ способамъ можно получить сопротивление изоляции отдельнаго провода. Описываемый ниже способъ д-ра Сахулки даетъ средство опредѣлять сопротивление изоляции каждаго провода многопроводной системы во время работы; этотъ способъ очень полезенъ, такъ какъ очень часто бываетъ необходимо знать, въ какомъ состояніи находятся отдѣльные провода, какъ велика утечка и тому

подобное. В общих чертах этот способ состоит в том, что в одной из цепей многопроводной системы напряжение при помощи изменения возбуждения динамо повышается или понижается на несколько процентов; кроме того, при помощи искусственного изменения сопротивления изоляции одного из проводов системы относительно земли, потенциал среднего провода приводится к нулю, так что при соединении его с землей не является тока, в чем можно убедиться при помощи гальваноскопа.

Для определения сопротивления изоляции отдельных проводов двухпроводной системы существует способ Бругера; но для его применения нужна, во-первых, вспомогательная батарея, а кроме того этот способ пригоден только для двухпроводной системы, в многопроводной же системе он дает только величину общего сопротивления изоляции системы, а не отдельных проводов.

Трехпроводная система. На фиг. 9 изображены точки  $L_1, L_2$  и  $L_3$  провода трехпроводной системы, потенциалы их относительно земли обозначим через  $V_1, V_2, V_3$ , а сопротивление изоляции



Фиг. 9.

относительно земли через  $f_1, f_2, f_3$ . Положим, что  $L_1$  — положительный, а  $L_3$  — отрицательный провод. Частные напряжения между отдельными проводами будут  $e_1 = V_1 - V_2$  и  $e_2 = V_3 - V_2$ ;  $e_1$  и  $e_2$ , вообще говоря, при нормальных условиях должны быть равны между собой.

Одним из известных способов можно определить общее сопротивление изоляции системы  $F$ ; имеем

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} \dots \dots \dots (1).$$

Теперь включаем между средним проводом и землей гальваноскоп с таким сопротивлением, чтобы потенциал среднего провода был близок к нулю; пусть сопротивление гальваноскопа будет  $g$ . Если, случайно, потенциал среднего провода будет, как раз нуль, то ток, идущий в землю от провода  $L_1$ , будет равен току в землю, идущему от провода  $L_3$ . Так как в этом случае сопротивления относятся, как потенциалы, то имеем

$$e_1 : e_2 = \frac{1}{f_3} : \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right)$$

Если же средний провод имеет, скажем, положительный потенциал относительно земли, то можно между проводом системы, имеющим потенциал одного знака со средним проводом, (по вышесказанному условию провод  $L_1$ ) и землей включить сопротивление  $W$ , такой величины, чтобы потенциал среднего провода стал равен нулю, в чем можно убедиться при помощи гальваноскопа. В этом случае вместо  $f_1$  нужно подставить в формулу общее сопротивление  $f_1$  и  $W_1$ , то есть вместо  $\frac{1}{f_1}$  подставить  $\frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1}$ . Тогда вместо равенства (1) получаем другое более общее:

$$e_1 : e_2 = \frac{1}{f_3} : \left[ \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right] \dots \dots \dots (2)$$

Это равенство (2) заключает в себя равенство (1) при условии  $W_1 = \infty$ , т. е. когда не включается никакого сопротивления. Если изменить частное напряжение между проводами  $L_1$  и  $L_2$  до величины  $e_1'$ , то вместо сопротивления  $W_1$  включить другое сопротивление  $W_1'$  для того, чтобы потенциал среднего провода довести до нуля; тогда имеем

$$e_1' : e_2 = \frac{1}{f_3} : \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1'} \right) \dots \dots \dots (3).$$

Из равенств (2) и (3) следует

$$e_1 \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right) = e_1' \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1'} \right).$$

Отсюда получаем величину для  $f_1$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{e_1}{W_1} - \frac{e_1'}{e_1 - e_1'} \dots \dots \dots (4).$$

Подставляя выражения для  $\frac{1}{f_1}$  в равенство (2) или (3) получим выражение для  $f_3$

$$\frac{1}{f_3} = \frac{e_1}{e_2} \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right) \dots \dots \dots (5).$$

Из равенства (1) получается выражение для  $f_2$ :

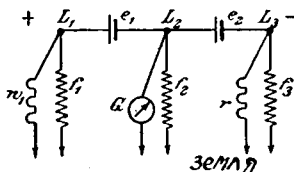
$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_3} \dots \dots \dots (6).$$

Если при втором опыте, когда напряжение между  $L_1$  и  $L_2$  было изменено до величины  $e_1'$ , напряжение между  $L_2$  и  $L_3$  изменилось также до  $e_2'$ , то в формулу (3) нужно вместо  $e_2$  подставить  $e_2'$ ; тогда для  $f_1$  получилось бы следующее выражение:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{e_1 e_2' - e_1' e_2}{e_1' e_2 - e_1 e_2'} \dots \dots \dots (7).$$

Выражения (5) и (6) остаются без изменения; однако ясно, что для получения величины сопротивления изоляции не нужно заботиться о постоянстве напряжения  $e_2$ .

Если же средний провод имеет отрицательный потенциал относительно земли, а мы все-таки хотим сначала определить сопротивление изоляции положительного провода  $L_1$ , то тогда нужно произвести изменения по схеме, изображенной на фиг. 10. Между отрицательным проводом  $L_3$  и землей вклю-



Фиг. 10.

чают сопротивление  $g$ , выбранное таким образом, что при наименьшей разности потенциалов между  $L_1$  и  $L_2$  средний провод был бы положительным относительно земли. Если сопротивления, включаемые между проводом  $L_1$  и землей при разности потенциалов между  $L_1$  и  $L_2$  равной  $e_1$  или  $e_1'$  обозначить через  $W$  и  $W_1$ , то тогда вместо уравнений (2) и (3) получаются:

$$e_1 : e_2 = \frac{1}{f_3} : \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right) \dots \dots \dots (8)$$

$$e_1' : e_2 = \left( \frac{1}{f_3} + \frac{1}{r} \right) : \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1'} \right) \dots \dots (9)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_4} + \frac{1}{f_5} \dots \dots (13)$$

Изъ этихъ уравненій получаемъ для  $f_1$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{e_1 - e_1'}{e_1' - e_1} \dots \dots (10)$$

Величину сопротивленія  $r$ , какъ видно изъ формулы (10), не нужно совершенно знать, только тогда, когда хотятъ опредѣлить изъ уравненія (8) величину  $f_3$  нужно знать  $r$

$$\frac{1}{f_3} = \frac{e_1}{e_2} \left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{W_1} \right) - \frac{1}{r} \dots \dots (11)$$

Величина для  $f_3$  получается изъ равенства (1).

Последній способъ опредѣленія сопротивленія изоляціи проводовъ чрезвычайно удобенъ на практикѣ, такъ какъ безъ всякихъ переключеній проводовъ и сопротивленій можно опредѣлить сначала  $f_1$ , а потомъ  $f_3$  или наоборотъ, смотря по величинѣ сопротивленія  $r$ , отъ котораго зависитъ знакъ потенциала средняго провода.

Описанный методъ измѣренія приложимъ для всякой трехпроводной системы, независимо отъ того, велико ли сопротивление изоляціи или мало. Компенсационное сопротивление  $W_1$  должно быть одного порядка съ сопротивленіемъ изоляціи и кромѣ того оно должно быть разсчитано на силу тока приблизительно равную силѣ тока отвѣтвляющаго отъ проводовъ въ землю черезъ изоляцію.

Чтобы опредѣлить силу этихъ токовъ  $i_1$ ,  $i_2$  и  $i_3$ , нужно смѣрить при помощи электростатическаго вольтметра разности потенциаловъ внѣшнихъ проводовъ  $L_1$  и  $L_3$  относительно земли; такъ какъ сопротивление изоляціи отдѣльныхъ проводовъ извѣстно, то для токовъ получимъ

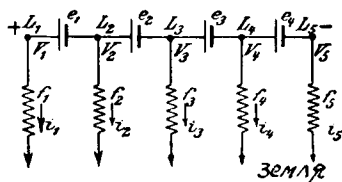
$$i_1 = \frac{V_1}{f_1}$$

$$i_3 = \frac{V_3}{f_3}$$

$$i_2 = -\frac{V_1}{f_1} - \frac{V_3}{f_3}$$

Токъ  $i_2$  представляетъ собой разность  $i_1$  и  $i_3$ , такъ какъ токъ  $i_1$  идетъ отъ положительнаго провода  $L_1$  къ землѣ, а токъ  $i_3$ —отъ земли къ отрицательному проводу  $L_3$ .

Пятипроводная система. Для того, чтобы получить формулы, дающія величины сопротивленія изоляціи въ этомъ случаѣ, необходимо сначала получить формулы для разности потенциаловъ между отдѣльными проводами и землей въ томъ случаѣ,



Фиг. 11.

когда частныя напряжения между проводами неравны. Эти формулы необходимы для опредѣленія общаго сопротивленія изоляціи всей системы. На фиг. 11  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$  обозначаютъ провода системы,  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$  и  $f_5$  сопротивленія изоляціи отдѣльныхъ проводовъ,  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ ,  $e_4$  и  $e_5$  — частныя напряжения между проводами.

Общее сопротивление изоляціи всей системы  $F$  будетъ опредѣлено формулой:

Послѣ нѣсколькихъ простыхъ выкладокъ авторъ получаетъ довольно сложныя формулы для потенциаловъ  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_5$ ; напримеръ для  $V_1$  и  $V_3$

$$V_1 = \left[ \frac{e_1}{f_2} + \frac{e_1+e_2}{f_3} + \frac{e_1+e_2+e_3}{f_4} + \frac{e_1+e_2+e_3+e_4}{f_5} \right] : \frac{1}{F} \dots (14)$$

$$V_3 = \left[ -\frac{e_1}{f_1} + \frac{e_2}{f_3} + \frac{e_3+e_4}{f_4} + \frac{e_2+e_3+e_4}{f_5} \right] : \frac{1}{F} \dots (15)$$

Изъ формулы (14) можно по способу Фрелиха получить общее сопротивление изоляціи всей системы. Для этого соединяютъ проводъ  $L$  съ землей, черезъ вольтметръ, сопротивление котораго равно  $g$ . Тогда выраженіе для  $V_1$  измѣнится, такъ какъ вмѣсто

$\frac{1}{f_1}$  въ формулу (14) нужно подставить  $\left( \frac{1}{f_1} + \frac{1}{g} \right)$ .

Если обозначить въ формулѣ (14) для краткости числитель черезъ  $Z$ , а измѣненный потенциалъ черезъ  $V_1'$ , то тогда получимъ

$$V_1' = \frac{Z}{\frac{1}{F} + \frac{1}{g}}$$

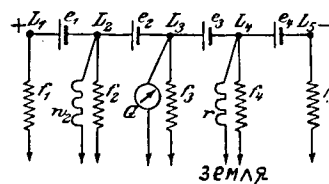
Если теперь параллельно съ вольтметромъ включить сопротивление  $W_2$ , то для потенциала получимъ

$$V_1'' = \frac{Z}{\frac{1}{F} + \frac{1}{g} + \frac{1}{W}}$$

Изъ этихъ двухъ уравненій получимъ для  $F$  слѣдующее извѣстное выраженіе

$$\frac{1}{F} = \frac{V_1''}{W(V_1' - V_1'')} - \frac{1}{g} \dots \dots (16)$$

Для опредѣленія же сопротивленія изоляціи отдѣльныхъ проводовъ системы включаютъ между среднимъ проводомъ и землей гальваноскопъ, какъ это показано на фигурѣ 12. Для того, чтобы опредѣлить сопротивление изоляціи  $f_1$  и  $f_2$  положительныхъ проводовъ  $L_1$  и  $L_2$ , средній проводъ  $L_3$  долженъ имѣть положительный потенциалъ по отношенію къ землѣ



Фиг. 12.

тогда, когда напряжение между  $L_1$  и  $L_2$  равно  $e_1$  и  $e_1'$ , а между  $L_2$  и  $L_3$  соответственно  $e_2$  и  $e_3'$ . Если же средній проводъ не положителенъ относительно земли, то между однимъ изъ отрицательныхъ проводовъ, напримеръ  $L_4$ , и землей включаютъ вспомоgetельное сопротивление  $r$ , выбранное такимъ образомъ, чтобы потенциалъ средняго провода относительно земли сталъ бы положительнымъ. Компенсацию потенциала положительнаго провода можно произвести и включеніемъ между однимъ изъ проводовъ  $L_1$  или  $L_3$  и землей сопротивленія  $W_2$ . Положимъ къ проводу  $L_2$ .

Соотвѣственно двумъ величинамъ  $e_1$  и  $e_3'$ , до которыхъ доведено напряжение между проводами  $L_1$  и  $L_2$ , получаются двѣ величины компенсационнаго сопротивленія  $W_2$  и  $W_2'$ . Въ формулу (15) нужно вмѣсто  $\frac{1}{f_3}$  подставить  $\left( \frac{1}{f_3} + \frac{1}{W_2} \right)$ , вмѣсто  $\frac{1}{f_4} - \left( \frac{1}{f_4} + \right)$

$+\frac{1}{r}$ ), вмѣсто  $\frac{1}{F} - \left(\frac{1}{F} + \frac{1}{W_2} + \frac{1}{r}\right)$ . Такъ какъ потенциалъ средняго провода равенъ нулю, то знаменатель формулы (15) пропадаетъ и для двухъ значеній  $e_1$  и  $e_2'$  получаются слѣдующія формулы

$$-(e_1 + e_2) \frac{1}{f_1} - e_2 \left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{W_2}\right) + e_3 \left(\frac{1}{f_4} + \frac{1}{r}\right) + (e_3 + e_4) \frac{1}{f_5} = 0 \dots \dots \dots (a).$$

$$-(e_1' + e_2) \frac{1}{f_1} - e_2 \left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{W_2'}\right) + e_3 \left(\frac{1}{f_4} + \frac{1}{r}\right) + (e_3 + e_4) \frac{1}{f_5} = 0 \dots \dots \dots (b).$$

Если во все время измѣреній  $e_2, e_3$  и  $e_4$  оставались постоянными, то при вычитаніи одного уравненія изъ другого получается

$$\frac{1}{f_1} = e_2 \frac{\left(\frac{1}{W_2} - \frac{1}{W_2'}\right)}{e_1' - e_1} \dots \dots \dots (17).$$

Если довести напряженіе между  $L_1$  и  $L_2$  до прежней величины  $e_1$  и измѣнить напряженіе между  $L_2$  и  $L_3$  до величины  $e_2'$ , то для компенсаціи потенциала средняго провода сопротивление  $W_2$  придется измѣнить на  $W_2'$ . Тогда уравненіе (15) представится такъ

$$-(e_1 + e_2') \frac{1}{f_1} + e_2' \left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{W_2'}\right) + e_3 \left(\frac{1}{f_4} + \frac{1}{r}\right) + (e_3 + e_4) \frac{1}{f_5} = 0.$$

Вычитая это уравненіе изъ уравненія (a) получаемъ для  $f_2$  слѣдующее выраженіе

$$\frac{1}{f_2} = \frac{e_2}{e_2' - e_2} = \frac{e_2'}{e_2' - e_2} - \frac{1}{f_1} \dots \dots \dots (18).$$

Такъ какъ изъ формулы (17)  $\frac{1}{f_1}$  извѣстно, то и  $\frac{1}{f_2}$  извѣстно; чтобы опредѣлить сопротивление изоляціи отрицательныхъ проводовъ  $L_4$  и  $L_5$  — нужно поступать съ частными напряженіями  $e_3$  и  $e_4$  такъ же, какъ это было сдѣлано съ  $e_1$  и  $e_2$ . Только въ этомъ случаѣ средній проводъ долженъ имѣть отрицательный потенциалъ по отношенію къ землѣ. Если же средній проводъ положителенъ, то компенсаціи его потенциала достигается приключеніемъ компенсаціоннаго сопротивленія  $W_4$  вмѣсто провода  $L_2$ , какъ раньше къ проводу  $L_4$ . Производя тѣ же измѣренія и выкладки, какъ съ опредѣленіемъ  $f_1$  и  $f_2$  получаемъ

$$\frac{1}{f_5} = e_3 \frac{\left[\frac{1}{W_4} - \frac{1}{W_4'}\right]}{e_4' - e_4} \dots \dots \dots (19)$$

$$\frac{1}{f_4} = \frac{e_3}{e_2' - e_3} - \frac{e_3'}{e_2' - e_3} - \frac{1}{f_5} \dots \dots \dots (20)$$

Сопротивленіе  $f_3$  опредѣлится легко изъ формулы (13), такъ какъ извѣстны  $f_1, f_2, f_4$  и  $f_5$ .  
(E. T. Z № 21. 1904).

**Передача электрической энергии при высокомъ напряженіи.** Въ долину Громо имѣется источникъ энергіи, могущій давать до 2000 л. с., а нѣсколько выше можно располагать еще такимъ

же количествомъ водяной силы. Задача, которая была поставлена при проектированіи установки, состояла въ передачѣ энергіи на разстояніи 32 километровъ въ Нембро при помощи трехфазнаго тока. Потери должны были быть сведены до минимума, точно также и затраты на оборудованіе линии. Поэтому по первоначальному проекту имѣлось въ виду напряженіе въ 32000 влт.; линия должна была состоять изъ трехъ мѣдныхъ проводовъ по 6,5 мм. въ диаметръ, и потери на линіи исчислялись въ 4%. Эта линія была рассчитана на передачу 2000 л. с., для передачи же остальныхъ 2000 л. с. предполагалось укрѣпить особые провода на тѣхъ же столбахъ.

Но въ виду того, что проводка второй линіи, не прерывая работу на первой, представила бы большія неудобства, а выгоды отъ наличности двухъ проводовъ укрѣпленныхъ на однихъ и тѣхъ же столбахъ весьма сомнительны, то въ концѣ концовъ было рѣшено съ самаго начала приспособить линію для передачи всѣхъ 4000 л. с. Чтобы потери на линіи не возросли и остались на уровнѣ 4—5%, имѣлось два средства: или увеличить сѣченіе проводовъ, или повысить напряженіе. Последнее было принято, какъ окончательное рѣшеніе, въ виду того, что соображенія относительно безопасности такой установки были почти въ равной мѣрѣ примѣнимы и къ первоначальному проекту, а расходы по оборудованію станціи и линіи были въ этомъ случаѣ значительно ниже тѣхъ, которые требовались при увеличеніи количества мѣди. Въ виду этихъ соображеній, рѣшено было повысить напряженіе до 40000 влт.

Пока центральная станція оборудована лишь на 2000 л. с. Чтобы имѣть запасъ, на всякій случай установлено 3 генератора на 1000 л. с. каждый и двѣ динамомашинны для возбужденія на 25 квт. каждая. Каждый генераторъ непосредственно соединенъ съ осью турбины при помощи муфты Цодела и затѣмъ безъ посредства собирательныхъ полюсовъ присоединенъ къ трансформатору, рассчитанному на 850 квт. Генераторъ вырабатываетъ напряженіе въ 4000 влт., которое повышается трансформаторомъ до 40000. Собирательныя полюсы устроены уже за трансформаторомъ, такъ что выключатели для каждой группы имѣются лишь подъ высокимъ напряженіемъ. Эта схема замѣчательна тѣмъ, что въ ней всѣ три механизма, казалось бы совершенно разнородные, составляютъ одно цѣлое. Въ послѣднее время такого рода установокъ начинаютъ завоевывать себѣ право гражданства. Не такъ давно въ технической литературѣ высказывались очень неблагоприятныя сужденія по поводу первыхъ попытокъ непосредственнаго присоединенія динамомашинны къ генератору механической энергіи. Предсказанія, сулившія полную неудачу новымъ схемамъ, какъ извѣстно, не оправдались; теперь дѣлается дальнѣйшій шагъ въ направленіи упрощенія схемы центральной станціи.

Вслѣдствіе отсутствія собирательныхъ полюсовъ между генераторомъ и трансформаторомъ, уменьшается число необходимыхъ измѣрительныхъ приборовъ. Трансформаторы тока и напряженія, питающіе амперметры и вольтметры, а также реле для автоматическихъ выключателей, присоединены къ низкому напряженію. Въ виду простоты переводнаго множителя трансформатора тѣ же приборы непосредственно показываютъ напряженіе, силу тока, а при параллельной работѣ и фазу тока высокаго и низкаго напряженія вмѣстѣ. Выключатели высокаго напряженія маслянные, съ автоматическимъ выключеніемъ; они могутъ приводиться въ дѣйствіе въ ручную, токкомъ или при помощи максимальнаго реле, питаемаго отъ низкаго напряженія.

Генераторы рассчитаны на 4000 влт. при 50 періодахъ въ секунду;  $\cos\varphi=0,8$ ; они дѣлаютъ 500 оборотовъ въ минуту, такъ какъ имѣютъ 12 полюсовъ. Возбужденіе производится вращающимся магнитнымъ полемъ; обмотка якоря соединена звѣздой. Отдача энергии при полной нагрузкѣ гарантирована въ 93%;

а при половинной въ 89,5%. Потеря напряжения при  $\cos\varphi=1$  составляет 7%, при  $\cos=0,8-20\%$ .

Мощность трансформаторовъ 850 квт. Ихъ отдача при  $\cos\varphi=1$  и при полной нагрузкѣ составляетъ 97,8, потеря напряжения при  $\cos\varphi=1-0,76\%$ , а при  $\cos\varphi=0,7-2,6\%$ . Изоляция трансформатора испытывалась при напряженіи въ 67000 влт. Трансформаторы—съ сердечникомъ и маслянной ванной, охлаждаются водою. Первичная и вторичная обмотки представляютъ два цилиндра съ общей осью. Для безопасности обмотка высокогаго напряжения раздѣлена на цѣлый рядъ небольшихъ катушекъ, которыя каждая въ отдѣльности даютъ напряжение лишь въ 300 влт.

Распределительныя полюсы расположены въ трехъ каналахъ, сдѣланныхъ въ каменной кладкѣ, вслѣдствие чего невозможно образование между отдѣльными полюсами электрической дуги. Серьезное внимание было обращено и на изоляцію полюсовъ отъ земли; для этой цѣли пришлось построить спеціальныя изоляторы, которые были испытаны на 100000 влт.

Провода на линіи передачи укрѣплены на изоляторахъ, которые были подвергнуты тщательному изученію. Оказалось, что искра перескакиваетъ черезъ изоляторы при 89000 влт., если они находятся въ атмосферѣ, въ которой влажность достигаетъ 62%; когда же надъ изоляторами былъ устроенъ искусственный сильный дождь, то предѣльное напряжение оказалось равнымъ 54000 влт. Изоляторы укрѣплены на деревянныхъ столбахъ въ видѣ трехугольника, сторона котораго равна 850 мм. Столбы имѣютъ въ вышину 8 метровъ, а нижніе изоляторы находятся на разстояніи 7,5 метровъ надъ землей; разстояніе между столбами равно 40 метровъ.

Въ конечномъ пунктѣ линіи, въ Нембро, устроена станція для трансформирования напряжения, которое понижается здѣсь до 500 влт. Трансформаторы такого же типа, какъ и на центральной станціи въ Громо; устройство этой станціи по существу не отличается отъ соотвѣтственныхъ частей центральной станціи. (L'Éclair. Electr.).

**Постоянный или переменный токъ?** Женевская „Compagnie de l'Industrie Electrique et Mécanique“ произвела недавно рядъ интереснѣйшихъ опытовъ по вопросу о сопротивляемости изоляціи при переменномъ и постоянномъ токѣ очень высокогаго напряжения. Дѣло въ томъ, что опыты, уже много разъ произведенные, выяснили, что какъ выработка, такъ и канализація постояннаго тока съ напряженіемъ въ 25000 в. вполне возможна, и возникъ вопросъ, нельзя ли еще повысить это напряжение, чтобы воспользоваться для передачи силы тѣми водопадами, которые до сихъ поръ, вслѣдствие ихъ отдаленности не могли еще подвергнуться эксплуатаціи. Допуская потерю въ проводахъ въ 10% и расходъ на мѣди въ 30 кгр. на каждую лошадиную силу, необходимо вырабатывать въ центрахъ токи разныхъ напряженій въ зависимости отъ длины электропередачи, именно:

При разстояніи.	Напряжение центр. станціи.
10 км.	4200 в.
100 „	42000 „
1000 „	420000 „

Если пользоваться землей, какъ обратнымъ проводомъ, то эти разстоянія можно преодолѣть съ половиннымъ напряженіемъ. При переменномъ токѣ разстоянія эти выходятъ (при тѣхъ же вольтѣхъ на станціи) меньше, ибо къ омическому паденію напряжения слѣдуетъ присоединить еще и другіе факторы, увеличивающіе расходъ энергии.

Для опытовъ пользовались одной машиной въ 20000 и двумя машинами въ 25000 влт. съ силой тока въ 1 амперъ. Соединяя ихъ послѣдовательно, было

получено наксимальное напряжение въ 70000 в. при мощности отъ 60—70 квт.

Переменный токъ доставлялся шестиполоснымъ альтернаторомъ мощностью въ 75 квт. при 50 періодахъ; кривая тока довольно близко подходила къ синусамъ съ пологой верхнею частью, такъ какъ машины работающіе по этой кривой удобнѣе для испытанія изоляціи. Регулировка напряжения производилась, мѣняя возбужденіе измѣненіемъ коэффициента. Постоянный токъ, получавшійся при вышеописанныхъ условіяхъ нельзя было разсматривать, какъ постоянный въ строгомъ смыслѣ этого слова, ибо число пластинъ коллектора достигало лишь 96. Это обстоятельство повліяло на результатъ испытаній въ неблагоприятную сторону для постояннаго тока. Тѣмъ не менѣе на его сторонѣ оказалось преимущество. Всѣ испытанные матеріалы для изоляціи, равно какъ и фарфоровые изоляторы безъ исключенія выдерживали высшія напряжения при постоянномъ, нежели при переменномъ и не обнаруживали въ первомъ случаѣ даже замѣтнаго нагрѣванія. Пробитые переменнымъ токомъ изоляторы сопротивлялись затѣмъ очень успѣшно и гораздо высшему напряженію постояннаго тока, когда приближались къ предѣльному напряженію, то при прохожденіи постояннаго тока слышалось легкое шипѣніе, при переменномъ же токѣ раздавался сильный трескъ. Пробить самыя обыкновенныя фарфоровыя изоляторы, даже такіе, которые употребляются лишь для канализаціи слабыхъ токовъ, не удавалось при напряженіи менѣе 65000 в., если только фарфоръ былъ однороднаго строения и глазурь не попорчена. Въ лабораторіи потребное напряжение было въ 1,63 раза больше, чѣмъ на воздухѣ въ случаѣ дождя. Стекло также очень пробивается съ большимъ трудомъ. При толщинѣ въ 0,3 мм. оно выдерживаетъ 25000 в., а одинъ кусокъ простаго оконнаго стекла выдержалъ и 60000 в.

Опыты производились въ связи съ изысканіями для передачи силы изъ С. Морисъ въ Лозанну (60 км., 5000 л. с., 20000 в., и показали, что потеря энергіи черезъ изоляторы при 20000 в., практически говоря, есть нуль, даже въ случаѣ тумана она достигала 0,02 ватта на изоляторъ. Напряженіе, при которомъ потеря сквозь изоляторы и простое разсѣяніе изъ проводовъ превосходитъ допустимыя предѣлы, лежитъ во всякомъ случаѣ далеко выше 70000 в.

Такимъ образомъ оказывается возможнымъ примѣнять постоянный токъ передать, и при томъ при самыхъ благоприятныхъ условіяхъ эксплуатаціи, энергію на вдвое больше разстояніе, чѣмъ то съ великимъ трудомъ удавалось при помощи простаго однофазнаго или трехфазнаго тока, именно возможно, задавшись 10% потери въ проводахъ и расходомъ мѣди въ 30 кгр. на 1 лощ. силу передать ее на 335 км., а при потерѣ въ 30% и на 1000 км.

При опытахъ опредѣлялось во первыхъ разстояніе между изолированными концами проводовъ при пробивкѣ ихъ токомъ опредѣленнаго напряжения, постоянномъ и переменномъ. Результаты видны изъ слѣдующей таблицы:

	Разстоянія въ миллиметрахъ.						
	10	20	30	40	50	70	100
A . . .	30000	50000	60000	—	—	—	—
B . . .	20000	35000	42000	48000	52000	60000	—
C . . .	17000	25000	28000	32000	35000	42000	55000
	25000	35000	42000	48000	55000	—	—
	10000	15000	20000	25000	28000	35000	45000

гдѣ верхнія числа относятся къ постоянному, а нижнія къ переменному. А—обозначаетъ два электрода въ формѣ шара, В—случай двухъ электродовъ, одного заостреннаго, а другого плоскаго. С—два электрода, изъ которыхъ одинъ плоскій, а другой шарообразный. Изъ этой таблицы легко видѣть, какъ измѣняется предѣльное разстояніе между электродами въ зависимости отъ тока

Форма электрода . . .	3000 в.,	6000 в.,
Шаръ противъ шара .	1,6	2,5
Плоскость прот. шара .	2,4	1,85
Острiе противъ шара .	2,2	1,51

Эти отношенiя еще болѣе неблагоприятны для переменнаго тока, когда форма кривой отклоняется отъ синусоидальной.

2. Опыты съ изоляторами. Было испытано большое количество фарфоровыхъ и стеклянныхъ изоляторовъ, причемъ напряженiе постепенно повышалось отъ нуля до пробивающаго. Вотъ какiя числа были получены при испытанiи на воздухѣ.

Типъ.	A	B	C	D	E
Постоян. токъ . . .	24000	34000	40000	45300	40800
Перемен. токъ . . .	15000	21400	27000	24700	31000
Отнош. предѣльныхъ напряженiй . . . . .	1,6	1,59	1,48	1,35	1,31

Нѣкоторые изъ испытанныхъ типовъ выдерживали до 6000 в. Нагрѣванiе замѣчалось лишь при прохожденiи переменнаго тока.

3. Испытанiе изолировочныхъ материаловъ А) Прессованный картонъ толщиной въ 5 мм.

**Переменный токъ.**

Время электризацiи. Напряженiе. Наблюденiя.

90 сек.	9000 в.	—
30 "	11000 в.	пробита
120 "	9000	трескъ
15 "	9000.	пробита.

**Постоянный токъ.**

Время электризацiи. Напряженiе. Наблюденiя.

2 мин.	10000 в.	—
2 "	15000 "	—
2 "	18000 "	—
2 "	20000 "	—
4 "	25000 "	пробита.

Итакъ, образецъ пробитый переменнымъ токомъ черезъ 2 минуты при напряженiи въ 10—11000 влт., постояннымъ токомъ былъ пробитъ лишь при 25000 в.

В) Мраморъ 20 мм. толщины.

При переменномъ токѣ удалось пробить этотъ кусокъ мрамора въ первый разъ черезъ 75 секундъ при напряженiи 20000 в., а во второй разъ черезъ 2 минуты при 15000 в. Съ постояннымъ же токомъ былъ пробитъ лишь черезъ 15 минутъ и при 45000 в. Эти вышеприведенные примѣры показываютъ, что требованiя предъявляемыя къ изоляциямъ могутъ быть еще строги при постоянномъ токѣ. Неудобство его въ томъ, что онъ разлагаетъ электролитически нѣкоторые вещества, что, впрочемъ, можетъ имѣть мѣсто лишь въ присутствii воды. Эта опасность исключается, конечно, при употребленii фарфора и стекла, но и при остальныхъ изолировочныхъ материалахъ, употребляющихся въ машинахъ и трансформаторахъ, развившееся тепло быстро испаряетъ воду.

(Electrotech. Ztchr. 1904).

**Испытанiе желѣза для трансформатора.**

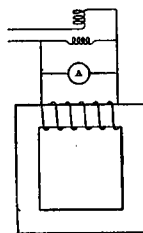
Л. Уайльдъ. Предлагаемый авторомъ способъ состоитъ въ опредѣленii потерь въ желѣзѣ трансформатора при помощи ваттметра. Другiе способы, напримеръ, баллистической или способъ гистерезиметра Юинга, даютъ возможность обнаружить только ту часть потери магнитной энергii, которая зависитъ отъ гистерезиса. Такъ какъ на практикѣ важно знать общую сумму потерь, какъ отъ гистерезиса, такъ и отъ токовъ Фуко, то знанiя одного гистерезиса недостаточно.

Обѣ причины, вообще говоря, въ равной мѣрѣ участвуютъ въ явленii разсѣянiя магнитной энергii, но при различныхъ условiяхъ то одна, то другая причина получаетъ доминирующее значенiе. Потери отъ гистерезиса пропорциональны частотѣ тока и 1,6 степени величины магнитной индукцii. Если взять нѣсколько пластинъ одинаковыхъ размѣровъ, кромѣ толщины, то оказывается, что чѣмъ тоньше пластина, тѣмъ больше потери отъ гистерезиса. По мнѣнiiю автора, это зависитъ отъ присутствiя на поверхности магнитной окиси, въ которой гистерезисъ весьма великъ; чѣмъ больше относительная величина поверхности, тѣмъ больше потери отъ этой причины.

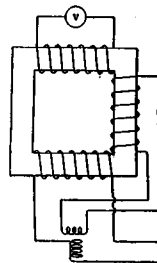
Что касается вредныхъ токовъ, то при элементарномъ разсмотрѣнii этого явленiя оказывается, что потери должны быть пропорциональны квадратамъ: величины магнитной индукцii, частоты тока и толщины пластинъ. Но такъ какъ нельзя пренебрегать самоиндукцiей вредныхъ токовъ, то въ действительности замѣчаются отклоненiя отъ закона квадратовъ. Если бы зависимость величины потерь въ видѣ вредныхъ токовъ отъ плотности магнитнаго потока выражалась квадратной функцiей, то сумма всѣхъ потерь при различныхъ величинахъ магнитной индукцii и при прочихъ равныхъ условiяхъ, была бы пропорциональна степени магнитной индукцii, большей 1,6 и меньшей 2. Но въ действительности степень этой функцii меньше 1,6 и иногда достигаетъ 1,4. Изъ этого ясно, что потери отъ вредныхъ токовъ значительно отклоняются отъ закона квадратовъ. Такое же отклоненiе можно установить и для зависимости потерь отъ частоты тока и толщины пластинъ.

Вообще, выразить зависимость величины потерь въ желѣзѣ трансформатора отъ различныхъ причинъ въ видѣ простой формулы невозможно. Поэтому необходимо подвергать образецъ желѣза каждый разъ испытанiiю при тѣхъ же условiяхъ, при которыхъ необходимо установить величину потерь. При этомъ часто оказывается, что тотъ образецъ, который при однихъ условiяхъ обладаетъ лучшими свойствами, при другихъ величинахъ магнитной индукцii и частоты тока обнаруживаетъ большую величину потерь.

При измѣренiяхъ необходимо имѣть въ виду, что приборъ показываетъ также и тѣ ватты, которые затрачиваются въ послѣдовательной и шунтовой катушкѣ ваттметра. Необходимо по возможности уменьшить эту погрѣбность. Всего лучше это достигается такимъ соединенiемъ, при которомъ ваттметръ по-



Фиг. 13.



Фиг. 14.

казываетъ потери въ шунтовой спирали. Добавочное сопротивление въ шунтѣ должно быть по возможности меньше, но все же настолько велико, чтобы исключить влiянiе самоиндукцii спирали.

Самая простая форма испытанiя производится по схемѣ, изображенной на фиг. 13. Къ концамъ обмотки, окружающей испытуемый стержень, присоединенъ электростатическiй вольтметръ V и параллельно къ нему шунтовая катушка ваттметра; другая ея катушка находится въ послѣдовательномъ соединенii съ другими частями цѣпи. Величина индукцii опредѣляется по показанiямъ вольтметра. Показанiя ватт-



метра необходимо поправить относительно потерь в шунтовой катушке и обмотке трансформатора. Последняя настолько значительна, что иногда могут превосходить потери в железе, особенно, если испытанию подвергается небольшое количество его.

Гораздо рациональнее производить испытание по схеме, изображенной на фиг. 14. Испытуемое железо охватывается тремя обмотками: первичной и двумя вторичными. Обмотка трансформатора включена последовательно в главную цепь ваттметра, вследствие чего исключаются из показаний его потери в этой обмотке. Потери в шунте ваттметра могут быть сдвинуты малыми; зная величину индукции и сопротивление этой части цепи, нетрудно определить величину их. Другой выгодой такой схемы является возможность, меняя катушки, изменять и постоянную ваттметра, вследствие чего можно приспособить прибор к испытаниям в самых различных условиях. (The Electrician. 1904.)

### Электрическое освещение в театрах.

В „Zeitschrift für die gesamte Versicherungs-Wissenschaft“ доктор Оскар Май разбирает меры для предотвращения пожаров в театрах. В особенности заслуживают внимания указания Май относительно освещения театров.

Главным средством для избегания катастрофы при пожарах в театрах является быстрое освещение его публикой. Но существеннейшим условием для этого является надежно действующее освещение во всех помещениях театра. Газовое освещение совершенно недопустимо, так как в случае пожара газопровод может расплавиться и газ вырывающийся из труб еще более усилит пламя. Для избегания взрыва приходится прекратить питание театра газом, но при этом все здание погружается в мрак, паника усиливается и число жертв катастрофы значительно возрастает, как это было в вѣнском Ringtheater. Единственным надежным освещением для театров является электрическое. Но, кроме главного освещения, необходимо еще одно вспомогательное, которое служит для освещения помещений, предназначенных для служащих и публики. Этот вопрос был очень подробно разобран в особой комиссии при союзе германских электротехников, которая пришла к заключению, что надежнейшим освещением является освещение при помощи аккумуляторов. По проекту, предложенному комиссией, каждая лампа, предназначенная на случай опасности, соединена с особым небольшим аккумулятором. Все эти аккумуляторы заряжаются при помощи общих проводов; по окончании зарядки аккумуляторы разъединяются от проводов и присоединяются каждый к одной лампе, которую он и питает во время представления. Этот способ очень надежен, так как в различных частях здания находятся лампы, горящие независимо от общих проводов, которые могут быть испорчены во время пожара, но в то же время и довольно неудобен, так как множество аккумуляторов требует постоянного надзора, замены пластин и проч. Гораздо удобнее употребить для этих ламп общие провода, соединяющие их с батареей аккумуляторов, установленной в безопасном от огня месте театра. Полезно также пользоваться током от этой батареи для освещения сцены, которая также должна быть защищена от возможных случайностей. Но, во всяком случае, нельзя советовать присоединять общее освещение зрительного зала и прочих помещений театра к батарее аккумуляторов, питающей лампы, предназначенные на случай пожара. Поэтому главное освещение театра следует питать или от городской станции или от собственной станции, которая в

этом случае должна иметь резерв для всех своих машин. Весьма полезна установка второй запасной батареи аккумуляторов для лампы, предназначенных на случай пожара. В этом случае в то время, пока одна батарея работает, могут производиться исправления других, в то время, как при одной батарее исправления должны были бы производиться во время работы, что в виду важности значения батарей недопустимо.

**Стоимость различных источников света.** Из доклада профессора Веддинга, сделанного им в обществе германских инженеров в Берлине, видно, что различные современные источники света теоретически должны потреблять, в среднем  $0,065 \cdot 10^{-8}$  ватт на свѣчу, что соответствует  $88 \cdot 10^{-12}$  лошадиной силы (тогда как в действительности они потребляют  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  ватта на свѣчу), эти цифры указывают на плохое полезное действие этих источников. Профессор Веддинг указывает, что если освещение г. Берлина заключается 50000 ламп накаливания по 25 свѣчей и 18000 дуговых фонарей по 1000 свѣчей, то мощность, необходимая для получения этих 30,5 миллионных свѣчей равнялась бы 0,0025 лошадиной силы. Прибор, производящий такое количество энергии мог бы приводиться в действие ребенком, но, к сожалѣнию, такого прибора не существует. (L'Ind. El.)

### Письмо в Редакцию.

М. Г.

В № 1 за 1905 г. „Электричества“ помещена заметка о книге А. Кузнецова: „Электрические источники света, способы их исследования и применения“. В этой заметке не обращено внимания на главу о прожекторах, в которой дается совершенно неверная, по отношению к прожекторам, формула

$$e = \frac{J}{r^2} \dots \dots \dots 81,$$

могущая ввести в заблуждение при приемке прожекторов. Лучи света, идущие от прожектора, надо признать параллельными, и поэтому освещенность не будет определяться по выше приведенной формуле, и для сравнения прожекторов следует определять световой поток, а фирмы, доставляющие прожекторы дают их силу света, которую невозможно определять по тому же способу, как определяется сила света открытых источников, дающих расходящийся лучек света.

Примите уверения в совершенной преданности

Н. Надеждинъ.

### НОВЫЯ ИЗДАНИЯ.

**Experimentelle Elektrizitätslehre.** Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen und Ergebnisse. Dargestellt von Dr. Hermann Starke. Mit 275 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig. V. v. Teubner. 1904. 422 стр. в 8 д. л. Ц. 6 мар. (=3 руб.).

Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen. Herausgegeben von Dr. Benischke. Heft 5.

**Die asynchronen Drehstrommotoren;** ihre Wirkungsweise, Prüfung und Berechnung. Von Dr. G. Benischke. Mit 2 farb. Tab. und 112 Abbild. Braunschweig. Dr. u. V. v. Fr. Vieweg und Sohn. 1904. M. 5.50. 172 стр. в 8 д. л.