

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Электротехника въ Америкѣ.

IV. Американскія электрическія торговопромышленныя компаніи.

Электрическое и промышленное общество Вестингхауза. — Громадный промышленный успѣхъ и быстрое развитіе дѣятельности этой американской фирмы дѣлаютъ ее весьма интересной не только для американскихъ электротехниковъ, но и для насъ. Можно съ увѣренностью сказать, что предпримчивости и энергичной дѣятельности этой фирмы Америка много обязана своей столь широко развившейся электротехникой. Развивалась эта фирма съ чисто американской быстротой и въ какія нибудь семь лѣтъ достигла того, что ея приборы и машины примѣняются на безчисленномъ множествѣ установокъ во всѣхъ странахъ свѣта, не говоря уже о томъ, что нѣтъ ни одной отрасли электротехники, которой не коснулась бы предпримчивость этой компаніи. Объясняется это, конечно, талантною ея техниковъ (къ числу которыхъ принадлежитъ извѣстный Никкола Тесла), а также очень важнымъ принципомъ, положеннымъ въ основаніе ея дѣятельности и строго соблюдаемымъ во всѣхъ случаяхъ: при выдѣлкѣ всѣхъ приборовъ обращаютъ особое вниманіе на простоту и прочность устройства и на возможно высокое полезное дѣйствіе; и дѣйствительно, превосходное качество приборовъ этой фирмы много способствовало увеличенію ея извѣстности, такъ какъ всѣ установки, устроенныя этой фирмой, оказывались весьма выгодными по своей доходности. Къ этому вопросу мы вернемся еще впоследствии.

Главнымъ образомъ, успѣхъ компаніи Вестингхауза обуславливался тѣмъ, что она, понимая неудобство примѣняемой сначала системы освѣщенія постояннымъ токомъ, выступила пионеромъ новой, неизвѣстной еще тогда, системы переменнаго тока. До компаніи Вестингхауза, которая была основана въ 1886 г., примѣнялась обыкновенно только одна система освѣщенія постояннымъ токомъ, которую, какъ извѣстно, нельзя распространять на большія площади; поэтому освѣщеніе накаливаніемъ входило въ употребленіе весьма медленно и примѣнялось только въ богатыхъ и густо населенныхъ городахъ; при

введеніи же въ употребленіе системы переменнаго тока, электрическое освѣщеніе сдѣлалось доступнымъ повсюду, какъ въ большихъ, такъ и въ небольшихъ городахъ, такъ какъ явилась возможность экономично передавать токъ на большія разстоянія.

Первая установка, устроенная компаніей Вестингхауза въ Буффало, въ свое время возбуждала большой интересъ въ средѣ электротехниковъ. Ея успѣхъ наглядно доказалъ превосходство примѣненной тамъ системы распределенія тока для освѣщенія большихъ округовъ съ такой экономичностью, какая была недостижима при постоянномъ токѣ. Вслѣдствіе этого сразу явился большой спросъ на постройку центральныхъ станцій по новой системѣ, и въ четыре года у компаніи Вестингхауза насчитывалось уже около 400 установокъ въ различныхъ городахъ по всему свѣту; въ прошломъ году въ установкахъ, устроенныхъ этой компаніей, ежедневно дѣйствовало около 980.000 16-свѣчевыхъ лампъ накаливанія и 23.000 дуговыхъ лампъ. Одна изъ крупныхъ установокъ этой компаніи, лондонская, заключаетъ въ себѣ около 50.000 лампъ накаливанія.

Въ 1888 г. компанія сдѣлала важный шагъ впередъ въ развитіи своей системы, введя въ употребленіе *электрической счетчикъ Шалленберге-ра для переменныхъ токовъ*, который теперь примѣняется на всѣхъ установкахъ компаніи. Вскорѣ затѣмъ была выработана система освѣщенія дуговыми лампами при переменномъ токѣ, а потомъ появился *многофазовый двигатель Тесла* и получили примѣненіе вестингхаузовская система электрическихъ омнибусовъ и система передачи энергіи.

Въ настоящее время компанія занимается выдѣлкой: 1) приборовъ переменнаго тока для установокъ электрическаго освѣщенія на 500—10.000 16-свѣчевыхъ лампъ; 2) двигателей переменнаго тока отъ $\frac{1}{8}$ (для вентиляторовъ) до 500 лощ. с. (для заводовъ и рудниковъ); 3) двигателей постоянного тока для омнибусовъ отъ 15 лощ. с., и 4) динамомашинъ постоянного тока отъ 80 до 1.000 лощ. с. Здѣсь мы рассмотримъ наиболѣе важные приборы этой фирмы и системы различныхъ ея установокъ, а въ заключеніи опишемъ вкратцѣ ея главный электротехническій заводъ

въ Питтсбургѣ (кроме того, у компании есть еще два завода: въ Нью-Йоркѣ и Ньюаркѣ; на послѣднемъ выдѣляются исключительно динамомашинны постояннаго тока).

Система освѣщенія накаливаніемъ посредствомъ переменныхъ токовъ.—Эта система введена въ употребленіе въ Америкѣ съ 1885 г. и съ тѣхъ поръ она непрерывно совершенствуется и развивается компаніей Вестингауза. Вкратцѣ она была описана въ журналѣ *Электричество* за 1890 г. (стр. 155), гдѣ было приведено довольно большое число рисунковъ различныхъ приборовъ, примѣняемыхъ при этой системѣ. При системѣ съ переменными токами удешевляется устройство всей вообще установки и распределеніе производится по совершенно независимымъ цѣлямъ, соединяющимся между собою только на коммутаторной доскѣ центральной станціи, вслѣдствіе чего всѣ линіи находятся подъ полнымъ контролемъ начальника станціи и отъ поврежденія одной изъ нихъ не страдаетъ дѣйствіе другихъ; уменьшается также опасность несчастныхъ случаевъ отъ пожара и грозovýchъ разрядовъ. Разсмотримъ теперь составныя части этой системы освѣщенія.

Динамомашинны постояннаго напряженія.—Динамомашинны переменнаго тока сохраняютъ тотъ же наружный видъ, какой представленъ на фиг. 4 въ упомянутой статьѣ (*«Электричество»*, 1890 г., стр. 156). Станина состоитъ изъ двухъ скрѣпленныхъ болтами частей, изъ которыхъ верхняя, полукруглая, легко снимается для осмотра. Электромагниты расположены радіально внутри цилиндрической полости, образуемой станиной, такимъ образомъ, что почти всѣ линіи силы утилизуются въ якорѣ. Станина отливается изъ чугуна, а сердечники электромагнитовъ состоятъ изъ стальныхъ пластинокъ, залитыхъ въ чугунную станину.

По намагничиванію машины можно раздѣлить на двѣ категоріи. 1) вполне самовозбуждающіяся и 2) возбуждающіяся отчасти отдѣльной 110-вольтовой динамомашинной постояннаго тока и отчасти токомъ самой машины, который доставляется особой обмоткой якоря. Последний способъ удобенъ тогда, когда на станціи имѣется нѣсколько машинъ; часть тока отъ якоря машины, а слѣдовательно и производимое имъ поле бываетъ всегда пропорціонально развиваемой машинной энергіи.

Сердечнику якоря придана зубчатая форма, весьма удобная для помѣщенія на немъ составной обмотки. Онъ составляется изъ насаженныхъ на валъ тонкихъ стальныхъ пластинокъ съ Т-образными зубцами, закрѣпленныхъ прочными концевыми пластинками. Катушки обмотки якоря наматываются на станкѣ на особую форму, причемъ тщательно изолируются слюдой и пропитанной резиной лентой; затѣмъ онѣ накладываются на зубецъ сердечника и вкладываются въ промежутки особымъ инструментомъ. Когда приложить къ якорю кончныя пластины, обмотка

оказывается совершенно прикрытой желѣзомъ отъ всякихъ механическихъ поврежденій, такъ что готовый якорь можно безопасно катать по полу. Благодаря зубчатой формѣ якоря, устраняется опасность сжиганія обмотки отъ чрезмернаго возрастанія силы тока при уменьшеніи нагрузки машины, такъ какъ мѣдь и желѣзо со-размѣренны и расположены такимъ образомъ, что при увеличеніи силы тока развивается высокая обратная электродвижущая сила.

Проволока катушекъ якоря, наматываясь на станкѣ прямо съ мотковъ, ложится безъ закручиванія, что случается всегда при наматываніи въ ручную, и можетъ быть очень хорошо изолирована, благодаря чему является возможность строить машины какого угодно потенциала, а именно на 2.000 вольтовъ и больше (до 5.000 в., хотя такіе генераторы, кажется, до сихъ поръ не пробовали строить; обыкновенно строятъ машины на 1.000 в.).

Принятое устройство якоря представляетъ еще то преимущество, что, въ случаѣ поврежденія одной изъ катушекъ, ее можно быстро снять долой съ якоря и замѣнить новой, такъ что приходится имѣть въ запасѣ не якоря, а только катушки, которыя стоятъ сравнительно недорого. Якорь дѣлается пустотѣлымъ для обезпеченія вентилляціи.

Въ механическомъ отношеніи заслуживаютъ вниманія подшипники, самосмазывающіеся и самовыравнивающіеся по оси вала. Подшипникъ помѣщается въ пустотѣлой стойкѣ машины, гдѣ имѣется также резервуаръ для значительнаго запаса масла; при вращеніи машины послѣднее подхватывается двумя колыцами, свободно надѣтыми на валъ въ прорѣзахъ подшипника и приходящими во вращеніе вслѣдствіе тренія. Для наливанія масла надъ прорѣзами устроены два отверстія, закрытыя пробками. Подшипникъ установленъ на шаровомъ шарнирѣ, благодаря чему онъ самъ точно устанавливается по оси вала. Валъ дѣлается изъ кованой стали. При сборкѣ машины якорь тщательно уравнивается по вѣшнваніемъ на призматическихъ остріяхъ.

Динамомашинны рассчитываются для работы при 7.200 переменныхъ тока въ минуту. Прежде было принято за норму 16.000 переменныхъ, но теперь это число уменьшили до 7.200, такъ какъ, во-первыхъ, въ настоящее время требуются динамомашинны съ умеренной скоростью для непосредственнаго соединенія съ паровыми или водяными двигателями, а при уменьшеніи числа оборотовъ для сохраненія того же числа переменныхъ тока, пришлось бы дѣлать очень громоздкія машины съ большимъ числомъ полюсовъ, и, во-вторыхъ, генераторами съ 7.200 переменными можно пользоваться не только для освѣщенія накаливаніемъ, но также для дуговыхъ лампъ и для передачи механической энергіи (какъ увидимъ ниже).

Что касается до промышленнаго полезнаго дѣйствія машинъ, то фирма гарантируетъ его

для различных своих машинъ въ предѣлахъ отъ 88 до 92%. Генераторъ въ 50 килов. при полной нагрузкѣ даетъ полезное дѣйствіе около 91%, при $\frac{3}{4}$ нагрузки—89 $\frac{1}{2}$ %, при половинѣ—86% и при $\frac{1}{4}$ —77%; для машинъ большихъ размѣровъ полезное дѣйствіе повышается на 1—3%.

Эти машины строятся шести различныхъ величинъ, основныя данныя которыхъ приведены въ слѣдующей небольшой таблицѣ:

№№	Умѣняющій токъ.		Вѣсъ въ кгр.	Мощность въ киловат.	Число оборотовъ въ минуту.
	Амперы.	Вольты.			
00	6	100	1.120	30	900
0	10	100	1.797	50	900
1	12	100	2.703	75	720
2	20	100	5.987	150	600
3	35	100	10.453	250	450
4	80	100	18.108	500	400

Динамомашинны для непосредственнаго соединенія съ двигателями снабжаются особыми пружинными муфтами для гибкаго соединенія валовъ, чтобы можно было не заботиться о точномъ совпадении осей валовъ машинны и двигателя.

При установкѣ на станціи нѣсколькихъ динамомашинъ, для ихъ умѣняющаго можно пользоваться однимъ общимъ возбудителемъ или снабжать каждую машину отдѣльнымъ возбудителемъ, но слѣдуетъ, по возможности, соединять его съ особымъ двигателемъ, такъ какъ иначе измѣненія въ скорости главнаго двигателя будутъ дѣйствовать на потенциалъ динамомашинны не только вслѣдствіе измѣненія ея скорости, но и вслѣдствіе измѣненія ея магнитнаго поля. А. С.

(Продолженіе слѣдуетъ.)

Успѣхи телеграфіи и телефоніи въ 1893 г. *).

Старѣйшая и одна изъ важнѣйшихъ отраслей электротехники, электрическая телеграфія, обеспечивая быстрое сообщеніе между странами цивилизованнаго міра, составляетъ одну изъ цѣнныхъ принадлежностей цивилизации и вмѣстѣ съ послѣдней постепенно развивается съ каждымъ годомъ какъ въ отношеніи своего распространенія, такъ и въ техническомъ отношеніи.

Распространеніе телеграфіи возрастаетъ теперь, конечно, не съ такой быстротой, какъ прежде, но все-таки общія телеграфная сѣть, соединяющая всѣ части свѣта, съ каждымъ годомъ получаетъ все новыя и новыя прибавленія, какъ было и въ прошломъ году. Чтобы судить о важности новѣйшихъ подобныхъ прибавленій, достаточно указать на развитіе телеграфныхъ сообщеній съ берегами Африки и на попытки проложить телеграфныя линіи внутри такихъ странъ, которыя нѣсколько лѣтъ тому назадъ обозначались на географическихъ картахъ, какъ неизслѣдованныя страны.

*) Въ Обзорѣ (Эл., стр. 3) мы почти не касались этой области электротехники, и потому теперь г. Д. Г. познакомить читателей съ успѣхами ея.

Разсмотримъ прежде всего развитіе сѣти подводныхъ телеграфныхъ линій за 1893 г. Въ Индійскомъ океанѣ устроено телеграфное сообщеніе съ группой Сейшельскихъ острововъ и съ островомъ св. Маврікія. Проложенъ кабель между Новой Каледоніей и Австраліей, образующій первое звѣно великой линіи Тихаго океана, о которой мечталъ еще Сайръсъ Филдъ, главный дѣйатель по прокладкѣ трансатлантическаго кабеля.

У нашего континента Азорскіе острова соединились со своей метрополіей Португаліей, а Тунисъ съ Франціей по кабелямъ изъ Марсели въ Бизертъ и изъ Бизерты въ Ли-Гулетъ.

Кромѣ этихъ подводныхъ линій, проложенныхъ по новымъ направленіямъ, нѣкоторыя линіи удвоены для обезпеченія болѣе прямого сообщенія. Такъ, телеграфная компанія центральной и южной Америки проложила кабель между Салина-Крусемъ въ Мексикѣ и Санъ-Хозе на Гватемалѣ и между послѣднимъ пунктомъ и Либертадомъ на Сальвадорѣ, а также между Салина-Крусемъ и Санъ-Хуанъ-дель-Суромъ на Никарагуѣ, между послѣднимъ пунктомъ и Санта-Эленой (въ Эквадорѣ и Хориллосомъ близи Каллао въ Перу).

Всѣ проложенныя въ теченіе 1893 г. подводныя кабели составляютъ въ совокупности больше 15.000 километровъ.

Не менѣе значительно было развитіе и сухопутныхъ телеграфныхъ линій, которыя увеличились за прошлый годъ на 120.000 килом. Телеграфъ проникъ въ нѣкоторыя новыя страны, нацимѣръ, въ Андорру, на полуостровѣ Малакку, въ республику Гаити, въ германскія колоніи Того, на Золотой Берегъ, въ Вененъ (французская африканская колонія) и вообще распространился по южной части Африки (въ Капской колоніи, Трансваалѣ, Оранжевой и Южно-Африканской республикѣ и въ территоріи восточно-африканской британской компаніи). Телеграфныя линіи въ сѣверо-восточной Индіи перешагнули чрезъ Гималайскій хребетъ на высотѣ около 5.000 м. и теперь работаетъ телеграфная станція въ Джалайлѣ на высотѣ около 4.700 м. Линія, которая теперь строится въ Кашмирѣ, скоро сообщитъ самыя отдаленныя области Тибета съ остальными странами.

Прошлый годъ ознаменовался весьма значительнымъ улучшеніемъ нашихъ телеграфныхъ сообщеній съ Китаемъ. На основаніи конвенціи, заключенной съ Россіей 13 августа 1892 г., Китай построилъ двѣ линіи, соединяющіяся съ нашей телеграфной сѣтью: одну между Гезамо и Благовѣщенскомъ и другую отъ восточнаго конца амурской линіи близъ Владивостока, между Хунчунемъ и Новокіевскомъ. Упомянутая конвенція предусматриваетъ еще третью линію между Кяхтой и Пекиномъ, которая должна значительно укоротить телеграфное сообщеніе между Европой и такими промышленными пунктами Китая, какъ Шанхай, Фуцау и Амой.

Вообще китайское правительство прилагаетъ много стараній къ развитію телеграфныхъ сообщеній въ странѣ: первая линія между Тянь-цзинемъ и Шанхаемъ была устроена всего 12 лѣтъ тому назадъ, а теперь въ Китаѣ имѣется уже больше 25.000 километровъ телеграфныхъ линій; соединены телеграфной сѣтью всѣ главные города страны, а на острова Формозу, Пикадорскіе и Гайланъ проложены подводныя кабели.

Наглядное представленіе о развитіи телеграфныхъ линій за истекшій годъ даетъ слѣдующая небольшая таблица, гдѣ указана длина телеграфныхъ линій въ 1892 и 1893 гг.

	Длина линій въ килом.	
	въ 1892 г.	въ 1893 г.
Страны, вошедшія въ телеграфную конвенцію	европейскія . . .	687.300 777.350
	въ европейскія . . .	194.500 196.950
Страны, не вошедшія въ конвенцію	въ Америкѣ, Western Union . . .	309.000 310.000
	въ другія страны . . .	95.000 127.000
Компанія подводныхъ кабелей . . .	238.000	250.000

Всего . . . 1.523.800 1.661.300

Увеличеніе 9%.

Представляет интерес также следующая таблица, показывающая число переданных денег и возрастание его за прошлый годъ въ сравненіи съ предыдущимъ (обѣ эти таблицы заимствуются изъ *Journal Télégraphique*).

	Число посланныхъ телеграммъ.		
	Внутри странъ.	Международныхъ.	ВСЕГО.
Въ европейскихъ странахъ . . .	187.702.000	48.611.000	236.313.000
Во внѣ-европейскихъ странахъ .	84.950.000	14.789.000	99.739.000
Всего . . .	272.652.000	63.400.000	336.052.000
Всего въ предыдущемъ году . . .	251.702.000	60.795.000	312.497.000
Увеличеніе въ сравненіи съ 1892 г.	8,32%	4,28%	7,53%

Какъ видимъ, международныя телеграфныя сношенія прогрессируютъ почти вдвое медленнѣе внутреннихъ сношеній, что слѣдуетъ, вѣроятно, объяснить ослабленіемъ торговыхъ международныхъ сношеній.

Что касается до техническаго прогресса телеграфин, то онъ далеко не такъ замѣчательнъ, какъ прогрессъ въ отношеніи распространенія телеграфин. Нельзя сказать, чтобы это происходило отъ недостатка изобрѣтеній за послѣднее время, такъ какъ въ одной Америкѣ взято за прошлый годъ 11 привилегій на печатающіе телеграфы, не говоря о другихъ различныхъ приборахъ. Почти всѣмъ вновь изобрѣтаемымъ телеграфнымъ аппаратамъ приходится быть погребенными въ архивахъ канцелярій привилегій, не увидавъ свѣта и даже не удостоившись подтвердиться практическимъ испытаніямъ. Единственнымъ счастливымъ исключеніемъ является, кажется, мультимлексный аппаратъ Бодо, который долго испытывался и, наконецъ, получилъ примѣненіе на нѣкоторыхъ линіяхъ во Франціи. На всѣхъ вообще телеграфныхъ линіяхъ примѣняются старые, всѣмъ известные аппараты Морза, Куза и др.

Всѣ усовершенствованія въ эксплуатаціи телеграфныхъ линій ограничиваются, кажется, примѣненіемъ болѣе точныхъ измѣрительныхъ приборовъ и начинающимся замѣненіемъ первичныхъ батарей аккумуляторами. Въ отношеніи послѣдняго нововведенія интересно остановиться на установкахъ аккумуляторовъ, устроенныхъ въ недавнее время на парижской центральной телеграфной станціи.

Первый опытъ съ аккумуляторами произвели тамъ въ 1889 г., когда установили группу элементовъ, доставленныхъ для пробы фирмой Филиппара. Эта батарея работала больше 2 мѣсяцевъ для 70 чѣшей и, несмотря на сильную порчу положительныхъ пластинокъ, результаты испытанія были настолько удовлетворительны, что телеграфное управленіе рѣшило продолжать эти испытанія.

Въ 1890 г. испытывались аккумуляторы Лорана-Селли, доставленные фирмой Société pour le travail électrique des métaux, и въ результатѣ купили отъ этой фирмы батарею изъ 50 аккумуляторовъ, емкостью въ 60 амперовъ-часовъ, которая съ тѣхъ поръ несетъ всю ночную службу, заряжаясь днемъ. Наконецъ, въ послѣднее время установили еще одну батарею изъ 60 аккумуляторовъ Тюдора, которые выбрали въ виду ихъ прочности, надежности ихъ дѣйствія и тщательной сборки элементовъ. Эти двѣ батареи замѣнили 3.000 элементовъ Калло изъ 11.000, установленныхъ въ подвалахъ парижской центральной телеграфной станціи. Съ аккумуляторами получились настолько хорошіе результаты, что въ недалекомъ будущемъ ими предполагаютъ замѣнить всѣ батареи первичныхъ элементовъ на этой станціи.

Преимущества аккумуляторовъ для телеграфной службы въ сравненіи съ первичными элементами заключаются главнымъ образомъ въ ихъ незначительномъ внутреннемъ сопротивленіи и равномерной силѣ доставляемого

ими тока, а также въ ихъ значительно меньшей громоздкости и меньшихъ расходахъ на содержаніе.

Къ статистикѣ телеграфин въ отдѣльныхъ европейскихъ государствахъ можно прибавить слѣдующія свѣдѣнія, относящіяся къ началу прошлаго года. По общей длинѣ телеграфныхъ линій впереди всѣхъ стоитъ Германія; за нею слѣдуетъ Англія, а потомъ Франція, причемъ длины линій въ этихъ странахъ почти пропорціональны ихъ населенію. Во Франціи эта длина равнялась 103.280 килом. при 11.081 станціи и 17.607 телеграфныхъ аппаратахъ, изъ которыхъ 12.123 морзовскихъ и 768 юзовскихъ; въ 1892 г. было послано около 35.000.000 телеграммъ. Въ Швеціи длина телеграфныхъ линій равнялась 8.588 километрамъ при 422 станціяхъ; число телеграммъ достигло 1.866.823.

Датская телеграфная сѣть состояла изъ 4.604 килом. линій при 389 станціяхъ; число телеграммъ въ 1892 г. было 1.639.971.

Что касается до *телефонин*, то она прогрессируетъ, конечно, замѣтнѣе телеграфин, причемъ особенно значителенъ прогрессъ телефонин между городами, въ области которой самымъ крупнымъ сооруженіемъ является линія между Нью-Йоркомъ и Чикаго (*Электричество*, 1893 г., стр. 72). Въ настоящее время вниманіе ученыхъ обращено главнымъ образомъ на вопросъ о примѣненіи кабелей для телефонин на большія разстоянія, причемъ они не ограничиваются никакими предѣлами разстояній, какъ можно судить по знакомому нашимъ читателямъ проекту Сильвануса Томпсона относительно трансатлантической телефонной линіи (*Электричество*, 1893 г., стр. 246); этотъ ученый, излага свой проектъ конгрессу электриковъ въ Чикаго, приходитъ къ заключенію, что это сношеніе возможно и указываетъ средства для его осуществленія.

Прилагаемая здѣсь таблица даетъ понятіе о современномъ состояніи телефонин въ тѣхъ странахъ, о которыхъ имѣются статистическія свѣдѣнія.

СТРАНЫ.	Число мѣстностей, имѣющихъ телефонныя сѣти.	Длина телефонныхъ линій въ килом.	Число станцій абонентовъ.	Число разговоровъ въ городахъ и между городами.	Среднее число разговоровъ на абонента въ день.
Австрія . . .	61	8.530	2.283	1.797.055	2,2
„ . . .	11	49.438	10.622	21.017.596	5,4
Бельгія . . .	4	1.947	453	417.167	2,6
„ . . .	12	13.000	7.528	1.756.238	0,7
Венгрія . . .	14	6.796	2.991	8.379.585	7,7
„ . . .	9	1.079	964	1.510.918	4,3
Германія . . .	391	166.610	86.524	242.264.955	7,7
Голландія . . .	15	1.581	4.054	7.171.274	4,9
Люксембургъ . . .	49	1.973	1.113	1.594.629	3,9
Россія . . .	18	6.101	2.253	3.153.560	3,9
„ . . .	11	15.437	5.162	7.711.087	4,1
Швейцарія . . .	135	32.836	14.610	8.138.160	1,6
Швеція . . .	288	29.528	12.447	28.187.426	6,3
„ . . .	178	35.617	15.211	23.516.241	4,3
Франція . . .	207	82.484	23.239	20.774.885	2,5
Тунисъ . . .	2	378	179	170.500	2,6
Австралія . . .	7	3.411	803	—	—
Викторія . . .	11	3.005	2.426	—	—
Індія британская . . .	254	2.677	484	—	—
Індія британская . . .	4	1.240	1.003	1.587.340	4,4
Кохинхина . . .	1	13	18	—	—
Новая Зеландія . . .	22	3.160	3.811	25.698	0,1
Сенегаль . . .	2	68	46	21.185	1,3
Японія . . .	4	5.204	1.528	3.191.917	7,1
Америк. компанія Белья . . .	850	500.000	256.000	600.000.000	6,5
Всего . . .	2.560	972.113	455.852	982.388.416	—

Закончимъ теперь этотъ краткій очеркъ, сказавъ нѣсколько словъ о состояніи телефоніи въ нѣкоторыхъ европейскихъ странахъ.

Въ Англіи эксплуатация городскихъ телефонныхъ сѣтей находится въ рукахъ частныхъ компаній, которыя, пользуясь монополіей, приобрѣли огромную силу. Между-городныя линіи остаются въ рукахъ правительства, которое постепенно сооружаетъ огромную сѣть телефонныхъ линій, соединяющую всѣ главные города Великобританіи.

Во Франціи переходъ телефонныхъ сообщений въ вѣдѣніе правительства привелъ къ весьма благоприятнымъ результатамъ. Въ теченіе 1893 г. прибавилась 101 сѣть (предыдущая таблица составлена по статистическимъ свѣдѣніямъ къ началу 1893 г.), такъ что теперь тамъ всего 308 сѣтей съ 25.000 абонентовъ.

Германія занимаетъ первое мѣсто въ Европѣ по числу телефонныхъ сѣтей и числу подписчиковъ, также, какъ и по пользованію телефонами со стороны послѣднихъ. Если же разсматривать развитіе телефонныхъ сообщений по отношенію къ населенію страны, то впереди Германіи слѣдуетъ поставить Швейцарію, а въ особенности Швецію; получаютъ слѣдующія отношенія для этихъ трехъ странъ:

	Число абонентовъ на 1.000 ч. населенія.	Число сѣтей на 1.000 ч. населенія.
въ Германіи . . .	1,72	0,008
„ Швейцаріи . .	5	0,045
„ Швеціи . . .	5,62	0,093

Наконецъ, для всѣхъ странъ, приведенныхъ въ таблицѣ, приходится приблизительно 1 абонентъ на 800 ч. населенія и 1 телефонная сѣть на 150.000 ч. населенія.

Надо прибавить въ заключеніе, что *прогрессъ телефонныхъ сообщений можно считать обезпеченнымъ только въ тѣхъ странахъ, гдѣ эти сообщения находятся въ рукахъ правительства*. Дѣло въ томъ, что, какъ показываетъ практика, расходы на установки возростають пропорціонально квадрату числа абонентовъ и телефоннымъ компаніямъ нѣтъ никакого расчета заботиться объ увеличеніи числа подписчиковъ, сбавляя подписную плату.

Д. Г.

Свѣтъ и электричество по Максвеллу и Герцу.

Статья Г. Пуанкаре. *)

Въ то же самое время, когда опыты Френеля заставляли всѣхъ ученыхъ принимать за причину свѣтовыхъ явленій колебанія особой жидкости, заполняющей между-планетное пространство, работы Ампера знакомили ихъ съ закономъ взаимодѣйствія токовъ,—зарождалась новая дисциплина электродинамики. Оставалось сдѣлать только одинъ шагъ къ тому, чтобы предположить, что та же самая жидкость, эфиръ—причина свѣтовыхъ явленій—служитъ и для распространенія явленій электрическихъ. Этотъ шагъ и былъ сдѣланъ самимъ Амперомъ. Но великій физикъ, высказывая эту соблазнительную гипотезу, безъ сомнѣнія и не предвидѣлъ, что она такъ скоро получитъ болѣе точную форму и начнетъ, хотя отчасти, подтверждаться на опытъ. Эта гипотеза оставалась только мечтой, безъ всякаго подтвержденія лишь не долго—до того дня, когда электрическія измѣренія обнаружилъ неожиданный фактъ. Извѣстно, что для перехода отъ системы электростатическихъ единицъ къ системѣ единицъ электромагнитныхъ пользуются нѣкоторымъ *переводнымъ множителемъ*. Этотъ множитель, который также называютъ *отношеніемъ между единицами*, оказался равнымъ *въ точности скорости свѣта*.

Наблюденія были дѣлаемы съ такою точностью, что это совпаденіе нельзя было приписать простой случайности. Поэтому нельзя было уже сомнѣваться, что между

явленіями свѣтовыми и электрическими существуетъ нѣкоторая связь. Но природа этой связи была бы, можетъ быть, и до сихъ поръ неизвѣстна намъ, если бы гений Максвелла не отгадалъ ее.

Токи перемѣщенія. Всѣмъ извѣстно, конечно, что свѣтъ можно раздѣлить на два класса: *проводники*, въ которыхъ мы наблюдаемъ перемѣщеніе электричества, т. е. гальваническіе токи, и *изоляторы* или *діэлектрики*. Для представителей старой школы электриковъ изоляторы были совершенно инертнымъ веществомъ, и ихъ роль ограничивалась тѣмъ, что они препятствовали прохожденію электричества. Если бы это было такъ, то можно было бы замѣнять одинъ изоляторъ другимъ, ничуть не вліяя на явленіи. Опыты Фарадея показали, что это не такъ: два конденсатора одинаковой формы и одинаковыхъ размѣровъ, сообщенные съ однимъ и тѣмъ же источникомъ электричества, примутъ неодинаковые заряды, несмотря на одинаковую толщину изолирующаго слоя, если *діэлектрики* въ конденсаторахъ *различны*. Максвеллъ слишкомъ глубоко изучилъ работы Фарадея, чтобы не понять значенія діэлектриковъ и необходимости отвести имъ подобающее мѣсто въ объясненіи электрическихъ явленій.

Да и само собою ясно, что если свѣтъ есть ничто иное, какъ электрическое явленіе, то необходимо, чтобы, когда онъ проходитъ черезъ изолирующее вещество, внутри послѣдняго происходили электрическія явленія. Слѣдовательно, въ діэлектрикахъ должны происходить электрическія явленія. Но каковы эти явленія? Максвеллъ смѣло отвѣчаетъ: *это токи*.

Всѣ опытные данныя, извѣстныя въ его время, повидимому, противорѣчили мнѣнію Максвелла: никогда токи не наблюдались ни въ какихъ тѣлахъ, кромѣ проводниковъ. Какимъ же образомъ Максвеллъ могъ согласить свою смѣлую догадку съ фактами, столь хорошо установленными? Почему въ извѣстныхъ случаяхъ эти гипотетичныя токи производятъ замѣтныя явленія и остаются совершенно незамѣтными при обыкновенныхъ условіяхъ?

Дѣло въ томъ, что діэлектрики представляютъ для перемѣщенія электричества сопротивленіе не большее, чѣмъ проводники, но сопротивленіе другого рода. Одно сравненіе позволяетъ лучше понять мысль Максвелла.

При растягиваніи пружины встрѣчаютъ сопротивленіе, которое растетъ по мѣрѣ натяженія пружины. Если, слѣдовательно, располагаютъ только ограниченной силой, то наступитъ моментъ, когда сила будетъ уже недостаточна для преодоленія сопротивленія: движеніе прекратится и наступитъ равновѣсіе. Наконецъ, когда сила перестанетъ дѣйствовать, пружина, развертываясь, возвратитъ всю работу, которую затратили, растягивая ее.

Положимъ далѣе, что перемѣщаютъ тѣло, погруженное въ воду. И въ этомъ случаѣ встрѣтятъ сопротивленіе движенію, которое будетъ зависѣть отъ скорости перемѣщенія, но которое, при постоянной скорости, не будетъ увеличиваться по мѣрѣ движенія тѣла впередъ. Слѣдовательно, движеніе можетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока дѣйствуетъ двигающая сила, и равновѣсіе не будетъ никогда достигнуто. Когда сила перестанетъ дѣйствовать, тѣло не будетъ стремиться вернуться назадъ въ первоначальное положеніе, и работа, затраченная на его перемѣщеніе впередъ, не будетъ возвращена: она вся будетъ превращена въ тепло вслѣдствіе вязкости воды.

Разница тутъ очевидна и становится ясною необходимостью различать сопротивленіе *упругое* и сопротивленіе *вязкое*. Диэлектрики и относятся къ движенію электричества, какъ упругія тѣла къ движенію матеріи, тогда какъ проводники подобны въ этомъ отношеніи жидкости. Отсюда двѣ категоріи токовъ: *токи перемѣщенія* (displacement) или *токи Максвелла* и обыкновенныя (*кондуктивные*) токи, образующіеся въ проводникахъ.

Первые, встрѣчая нѣчто вроде *упругаго* сопротивленія, могутъ имѣть только весьма короткую продолжительность, такъ какъ, вслѣдствіе постоянного увеличенія этого сопротивленія, весьма скоро наступитъ равновѣсіе.

Вторые, т. е. обыкновенныя токи, должны предѣлывать

*) Изъ *Annuaire pour l'an 1894*.

родъ вязкаго сопротивленія и потому могутъ продолжаться, пока существуетъ проводящая ихъ электро-двигательная сила.

Возьмемъ еще одно сравненіе изъ области гидравлики, которое предложилъ Корнью. Положимъ, что мы въ какомъ-нибудь резервуарѣ имѣемъ нѣкоторый запасъ воды подъ давленіемъ. Соединимъ этотъ резервуаръ съ вертикальной трубкой: въ этой трубкѣ вода начнетъ подниматься, но движеніе прекратится, какъ только будетъ достигнуто гидростатическое равновѣсіе. Если трубка широка, то тренія и потери давленія не будутъ, и поднятая такимъ образомъ вода можетъ быть употреблена для совершенія нѣкоторой работы. Тутъ мы имѣемъ аналогію съ токомъ переменнаго.

Если, наоборотъ, вода изъ резервуара вытекаетъ черезъ горизонтальную трубку, то движеніе будетъ продолжаться, пока резервуаръ не опустѣетъ. Но если трубка узка, то потери работы будутъ велики и вслѣдствіе тренія образуется теплота. Тутъ аналогія съ обыкновеннымъ (кондуктивнымъ) токомъ.

Хотя, конечно, невозможно, а до нѣкоторой степени и излишне стараться представить себѣ всѣ детали механизма явленій, все-таки можно сказать, что все происходитъ, какъ если бы токи переменнаго должны были растягивать множество небольшихъ пружинокъ. Когда токи прекращаются, электростатическое равновѣсіе наступаетъ, и пружины становятся тѣмъ сильнѣе натянутыми, чѣмъ больше напряженіе электрическаго поля. Работа, запасенная въ этихъ пружинахъ, т. е. электростатическая энергія, возвращается цѣликомъ немедленно, какъ только пружины получаютъ возможность развернуться. Такимъ образомъ получаютъ *механическую работу*, позволяя проводникамъ поднимать дѣйствию *электростатическаго притяженія*. Это притяженіе происходило бы такимъ образомъ отъ давленія, производимаго на проводники натянутыми пружинами. Далѣе, чтобы довести аналогію до конца, слѣдовало бы сравнивать разрывной разрядъ съ поломкой нѣсколькихъ пружинъ, слишкомъ сильно натянутахъ.

Наоборотъ, работа, затраченная на образованіе обыкновенныхъ (кондуктивныхъ) токовъ, теряется и цѣликомъ превращается въ тепло, совершенно подобно работѣ, затрачиваемой на преодоленіе тренія или вязкости жидкостей. Вотъ почему *проводники нагрываются*.

Для Максвелля *существуютъ только замкнутые токи*. Для электриковъ старой школы это не такъ: они принимали замкнутый токъ, проходящій по проволоцѣ, соединяющей два полюса батареи, но мгновенный токъ, образующійся, если соединить полюсы батареи не непосредственно проволокой между собою, но соединивъ съ двумя обкладками конденсатора, пока конденсаторъ не зарядится, они рассматривали какъ незамкнутый. Считалось, что токъ идетъ отъ одной обкладки къ другой черезъ соединительную проволоку и батарею и прекращается у поверхности обкладокъ конденсатора. Максвелль, наоборотъ, предполагаетъ, что токъ, въ видѣ тока переменнаго, проходитъ черезъ изолирующій слой, раздѣляющій обкладки конденсатора, и такимъ образомъ замыкается. Уругое сопротивление, встречаемое имъ при этомъ, объясняетъ его кратковременность.

Токи могутъ проявляться тремя способами: своими тепловыми дѣйствіями, дѣйствіями на магниты и токи, индукционными токами, возбуждаемыми имъ. Мы видѣли выше, почему обыкновенные токи развиваютъ тепло, и почему этого не замѣчается при токахъ переменнаго. Наоборотъ, по гипотезѣ Максвелля, допускаемые имъ токи должны имѣть, какъ и обыкновенные токи, дѣйствія электромагнитныя, электродинамическія и индуктивныя.

Почему эти дѣйствія до сихъ поръ не могли быть замѣчены? Да потому, что сколько нибудь сильный токъ переменнаго не можетъ проходить сколько нибудь продолжительное время *въ одномъ направленіи*, такъ какъ натяженіе нашихъ пружинокъ, увеличиваясь непрерывно, скоро бы воспрепятствовало его прохожденію.

Слѣдовательно, въ діэлектрикахъ не можетъ существовать ни продолжительнаго тока постояннаго направленія, ни ощутительнаго тока переменнаго направленія

съ большою продолжительностью періода. По дѣйствію тока стануть доступными наблюденію, если число переменъ направленія въ секунду будетъ очень велико.

Природа свѣта. Въ этомъ лежитъ, по мнѣнію Максвелля, причина свѣтовыхъ явленій: свѣтовая волна есть ничто иное, какъ рядъ переменныхъ токовъ, образующихся въ діэлектрикахъ, въ воздухѣ или въ междупланетномъ пространствѣ, мѣняющихъ направленіе квадратнымъ разѣ въ секунду. Громадная индукція, вызываемая этими частыми переменными направленіями, производитъ другіе токи въ сосѣднихъ частяхъ діэлектриковъ и такимъ образомъ постепенно распространяются свѣтоты волны. Вычисленія показываютъ, что скорость распространенія волны должна равняться *отношенію между единицами, т. е. скорости свѣта*.

Эти переменные токи представляютъ изъ себя родъ электрическихъ колебаній. Каковы же эти колебанія? Продолжныя, какъ звуковыя, или поперебныя, какъ колебанія эмпра Френеля? Въ звуковой волнѣ въ воздухѣ образуются поперебныя сгущенія и разряженія. Наоборотъ, въ эмпрѣ Френеля все происходитъ такъ, какъ будто бы они состоятъ изъ несжимаемыхъ слоевъ, могущихъ только скользить одинъ по другому. Если бы существовали *несжимаемые токи*, то электричество, переносимое отъ одного конца каждаго изъ такихъ токовъ къ другому, собиралось бы у одного изъ нихъ; оно сжималось бы и разрывалось, какъ воздухъ, и колебанія были бы продолжными. Но Максвелль допускаетъ только замкнутые токи. При этомъ электричество не можетъ собираться у одного изъ концовъ тока и въ электричествѣ все происходитъ такъ, какъ въ эмпрѣ Френеля. Его колебанія должны быть поперебныя.

Опытная проверка. Такимъ образомъ мы приходимъ ко всѣмъ результатамъ теоріи волнообразнаго движенія. Этого одного было недостаточно, чтобы физики, скорѣе пѣнные, чѣмъ убѣжденные взглядами Максвелля, рѣшились бы принять ихъ. Все, что можно было сказать въ ихъ защиту, было то, что они не противорѣчили ни одному изъ наблюдаемыхъ фактовъ, и что было бы очень жалко, если бы они оказались невѣрными. Для того, чтобы подтвердить ихъ, не хватало опытныхъ данныхъ: ихъ пришлось ждать двадцать лѣтъ.

Необходимо было найти между прежней теоріей и теоріей Максвелля разногласіе, которое не было бы слишкомъ мало сравнительно съ нашими грубыми методами изслѣдованія. Такое разногласіе, на которомъ можно было бы основать *experimentum crucis*, существовать только относительно одного пункта.

Прежняя электродинамика требуетъ, чтобы электромагнитная индукція распространялась мгновенно. По новымъ идеямъ она, наоборотъ, должна распространяться со скоростью свѣта.

Нужно, слѣдовательно, измѣрить, или, по крайней мѣрѣ, замѣтить существованіе скорости распространенія явленій индукціи. Это и сдѣлалъ знаменитый германскій физикъ Герцъ при помощи метода интерференціи.

Этотъ методъ хорошо извѣстенъ вслѣдствіе его приложенія къ свѣтовымъ явленіямъ. Два свѣтовыхъ луча, исходящіе изъ одного и того же источника, интерферируютъ, когда они достигнутъ одной и той же точки, пройдя по различнымъ путямъ. Если разность длинъ этихъ путей равняется длинѣ волны, т. е. длинѣ пути, проходимого въ теченіе одного періода, или цѣлому числу длинъ волнъ, то одно колебательное движеніе будетъ отставать отъ другого на цѣлое число періодовъ и, слѣдовательно, фазы ихъ будутъ совпадать, направленіе ихъ будетъ одинаково, и они будутъ складываться. Если, наоборотъ, разность длинъ путей двухъ лучей равняется нечетному числу длинъ полуволнъ, то направленія двухъ колебательныхъ движеній будутъ противоположны, и они будутъ вычитаться одно изъ другого.

Не одинъ свѣтовой волны способный интерферировать: всякое періодическое движеніе переменнаго направленія, распространяющееся съ конечной скоростью, произведетъ подобныя же явленія. Такъ происходитъ съ звукомъ, такъ же должно произойти и съ электродинамической индукціей, если скорость распространенія ея конечна. Если же эта скорость безконечно велика, т. е.

индукция распространяется мгновенно, то интерференция происходит не будет.

Эту интерференцию невозможно наблюдать, если длина волн больше, чем размеры помещения, в котором производятся опыты, или больше, чем расстояние, на которое может распространиться индукция, не слишком ослабляясь. Следовательно, необходимы токи с очень короткими периодами.

Электрические вибраторы. Посмотрим, сначала, как можно получить эти токи при помощи прибора, который, можно сказать, есть ничто иное, как *электрический маятник*. Положим, что у нас имеется два массы из проводящего материала, соединенных проволокой. Если их потенциалы будут не одинаковы, то электрическое равновесие будет нарушено, совершенно таким же образом, как будет нарушено механическое равновесие, когда маятник выведен из вертикального положения. Как в первом, так и во втором случаях равновесие стремится восстановиться. В соединительной проволоке образуется ток, стремящийся уравнивать потенциалы проводников, совершенно подобно тому, как маятник возвращается к вертикальному положению. Но маятник не остановится в положении равновесия: приобретя некоторую скорость, благодаря инерции, он перейдет за положение равновесия. Совершенно также, когда наши проводники разрядятся, электрическое равновесие, устанавливающееся в известное мгновение, не продолжится, но будет тотчас же нарушено причиной, подобной инерции: эта причина есть *самоиндукция*. Известно, что при прекращении тока в соедѣнных проволоках появляется индукционный ток того же направления, что и прекращающийся. То же самое происходит и в самой проволоке, по которой проходит индуктирующий ток, и он, так сказать, продолжается индукционным. Другими словами, ток будет продолжаться и послѣ уничтожения причины, вызвавшей его, совершенно подобно тому, как движущееся тѣло не остановится, когда сила, приведшая его в движение, прекратить дѣйствіе.

Когда оба потенциала уравниваются, ток, следовательно, будет продолжать проходить в прежнем направлении и произведет на двух проводниках заряды, противоположные тѣм, которые они имѣли раньше.

В этомъ случаѣ, как и в случаѣ маятника, положение равновѣсія будетъ переѣдено; чтобы прійти къ нему, нужно вернуться назадъ.

Когда равновѣсіе будетъ снова достигнуто, та же причина вновь его нарушитъ, и колебанія будутъ продолжаться непрерывно.

Вычисления показываютъ, что періодъ зависитъ отъ емкости проводниковъ. Следовательно, достаточно уменьшить эту емкость, что очень легко, для того, чтобы получить *электрический маятникъ*, могущій давать токи с весьма большимъ числомъ періодовъ въ секунду.

Все это было хорошо известно изъ теорій лорда Кельвина (Вильяма Томсона) и изъ опытовъ Федерсена надъ колебательными разрядами лейденской банки. Следовательно, не въ этомъ лежитъ оригинальность идеи Герца.

Не достаточно построить маятникъ, надо еще привести его въ движеніе. Для этого необходимо, чтобы какая нибудь причина вывела его изъ положенія равновѣсія и чтобы затѣмъ эта причина перестала дѣйствовать внезапно, т. е. *въ теченіе промежутка времени, весьма короткаго сравнительно съ продолжительностью періода*. Безъ этого маятникъ не будетъ колебаться.

Если, напримѣръ, маятникъ вывести рукой изъ положенія равновѣсія и затѣмъ, вмѣсто того, чтобы внезапно бросить его, начать медленно выпрямлять руку, не выпуская маятника изъ пальцевъ, маятникъ достигнетъ положенія равновѣсія, не приобретя никакой скорости, и не перейдетъ черезъ это положеніе.

Легко понять, что съ періодами, продолжительность которыхъ равняется стомилліонной долѣ секунды, не примѣнно никакое механическое приспособленіе, сколько бы быстродействующимъ оно намъ не казалось, сравнительно съ нашими обыкновенными единицами времени. Вотъ какъ рѣшилъ эту задачу Герцъ.

Вернемся къ нашему электрическому маятнику и

сдѣлаемъ въ проволоке, соединяющей два проводника, разрѣзъ въ нѣсколько миллиметровъ толщиной. Этотъ разрѣзъ раздѣлитъ нашъ приборъ на двѣ симметричныя половины, которыя мы соединимъ съ двумя зажимами спирали Румкорфа. Индукционный токъ этой спирали будетъ заряжать наши проводники, и разность ихъ потенциаловъ будетъ расти сравнительно медленно. Сначала разрѣзъ будетъ препятствовать проводникамъ разрядиться; воздухъ, который находится между разрѣзанными концами проволоки, играетъ роль изолятора и удерживаетъ нашъ маятникъ выведеннымъ изъ положенія равновѣсія.

Но когда разность потенциаловъ станетъ достаточно велика, появится искра и откроется путь электричеству, собравшемуся на проводникахъ. Разрѣзъ внезапно перестанетъ изолировать и такимъ образомъ, при помощи такъ сказать электрическаго спускового механизма, маятникъ будетъ освобожденъ и получитъ возможность вернуться въ положеніе равновѣсія. Если выполнены нѣкоторыя, довольно однако сложныя, условія, хорошо изученныя Герцомъ, то освобожденіе будетъ происходить достаточно быстро для того, чтобы установились колебанія.

Описанный приборъ, называемый *вибраторомъ* (excitateur), даетъ токи, мѣняющіе свое направленіе отъ ста миллионновъ до миллиарда разъ въ секунду. Благодаря такому значительному числу періодовъ въ секунду, эти токи могутъ производить индуктивныя дѣйствія на значительномъ разстояніи. Чтобы обнаружить эти дѣйствія, пользуются вторымъ электрическимъ маятникомъ, называемымъ *резонаторомъ*. Въ этомъ второмъ маятникѣ разрѣзъ посерединѣ и индукционная катушка, служащая только для спуска, уничтожены. Оба проводника сводятся къ двумъ очень маленькимъ шарикамъ и соединительной проволоке, согнутой такъ, чтобы шарикъ помѣстился весьма близко одинъ отъ другого.

Индукция, производимая вибраторомъ, приведетъ въ колебаніе этотъ резонаторъ съ тѣмъ большей легкостью, чѣмъ ближе продолжительность періодовъ колебаній маятниковъ одного къ другому. При нѣкоторыхъ фазахъ колебательнаго движенія разность потенциаловъ шариковъ будетъ достаточно велика для того, чтобы появлялись между ними искры.

Полученіе интерференціи. Такимъ образомъ получаютъ приборъ, который обнаруживаетъ дѣйствія индукционной волны, вышедшей изъ вибратора. Изучать эти дѣйствія можно двумя способами: или прямо подвергать резонаторъ дѣйствію индукціи вибратора на значительномъ разстояніи, или же заставлять эту индукцію дѣйствовать на небольшомъ разстояніи на длинную проволоку изъ проводящаго вещества, вдоль которой пойдетъ электрическая волна и которая въ свою очередь будетъ дѣйствовать индуктивно на небольшомъ разстояніи на резонаторъ. Будетъ ли волна распространяться вдоль проволоки или черезъ воздухъ, при помощи отраженія можно получить явленіе интерференціи. Въ первомъ случаѣ волна отразится отъ конца проволоки и пойдетъ по ней въ обратномъ направленіи. Во второмъ волна можетъ быть отражена отъ металлическаго листа, который можетъ играть роль зеркала. Въ обоихъ случаяхъ отраженная волна будетъ интерферировать съ прямой, и будутъ существовать мѣста, въ которыхъ искра въ резонаторѣ будетъ исчезать. Опыты съ длинной проволокой легче исполнимы, дають много интересныхъ свѣдѣній, но они не могутъ служить *experimentum crucis*, такъ какъ и по старой теоріи, также какъ и по новой, скорость распространенія электрической волны по проволоке должна равняться скорости свѣта. Опыты съ прямой индукціей на больномъ разстояніи, напротивъ, имѣютъ рѣшающее значеніе. Они показываютъ, что не только скорость распространенія индукціи черезъ воздухъ конечна, но и то, что она равна скорости распространенія волны вдоль проволоки, что согласно вполнѣ съ теоріей Максвелла.

Синтезъ свѣта. Я не буду останавливаться такъ долго на другихъ опытахъ Герца, болѣе блестящихъ, но менѣе поучительныхъ. Концентрируя, при помощи параболическаго зеркала, индукционную волну, вышедшую изъ ви-

братора, германскій ученый получает настоящій лучекъ лучей электрическихъ силъ, могущій правильно отражаться и преломляться. Эти лучи, если бы періоды ихъ колебаній, уже и безъ того короткіе, стали еще болѣе короткими, не отличались бы отъ свѣтовыхъ лучей. Извѣстно, что солнце посылаетъ къ намъ нѣсколько различныхъ излученій: одні свѣтовые, такъ какъ онѣ дѣйствуютъ на слѣдующую оболочку глаза, другія темныя—ультрафіолетовыя или инфракрасныя, которыя проявляются химическими или тепловыми дѣйствіями. Первые обязаны тѣмъ, что онѣ намъ кажутся какъ бы другого рода, только, такъ сказать, физиологической случайности. Для физика лучъ инфракрасный отличается отъ просто краснаго ничуть не болѣе, чѣмъ этотъ послѣдній отъ зеленого, именно, его длина волны только болѣе. Длина волнъ герцовскихъ лучей еще болѣе, но тутъ только разница въ величинѣ, и можно сказать, что, если идея Максвелла вѣрна, то знаменитый Бонскій профессоръ устроилъ настоящій синтезъ свѣта.

Заключение. Не надо однако, чтобы восхищеніе столькими неожиданными успѣхами заставило насъ забыть о томъ, что остается еще выполнить. Постараемся поэтому точно выяснитъ, что до сихъ поръ вполнѣ установлено.

Во-первыхъ скорость индукціи въ воздухѣ конечна, безъ чего не были бы возможны явленія интерференціи. *Слѣдовательно прѣзвѣнія электродинамика невѣрна.* Что же надо поставить на ее мѣсто? Можно ли замѣнить ее доктриной Максвелла (или по крайней мѣрѣ доктриной близкой къ ней, такъ какъ нельзя требовать отъ одного ученаго, чтобы онъ отгадалъ истину цѣлкомъ)? Хотя все увеличивается вѣроятность, что эта доктрина истинна, окончательнаго подтвержденія ей мы еще не имѣемъ.

Мы можемъ измѣрить длину волны герцовскихъ колебаній; эта длина равняется произведенію продолжительности періода на скорости распространенія. Слѣдовательно, мы будемъ знать эту скорость, если будемъ знать продолжительность періода. Но эта послѣдняя такъ мала, что измѣрить ее мы не имѣемъ возможности; мы можемъ только вычислить ее по формулѣ, данной лордомъ Кельвиномъ. Это вычисленіе даетъ цифры, согласныя съ теоріей Максвелла, но послѣднія сомнѣнія исчезнутъ только тогда, когда скорость распространенія будетъ измѣрена непосредственно.

Это сдѣлать при помощи весьма остроумнаго приспособленія Блондо, которому удалось непосредственно измѣрить скорость распространенія пертурбаціи, распространяющейся вдоль по проволоцѣ. Полученное число мало отличается отъ отношенія между единицами, т. е. отъ скорости свѣта, равной 300.000 километровъ въ секунду. Такъ какъ опыты съ интерференціей, сдѣланные гг. Саразеномъ и Де-ла-Ривомъ въ Женевѣ, показали, какъ я уже говорилъ раньше, что индукція распространяется по воздуху съ такою же скоростью, какъ и электрическая пертурбація, распространяющаяся по проволоцѣ изъ проводящаго вещества, то мы должны заключить, что скорость индукціи равняется скорости свѣта, что подтверждаетъ идея Максвелла.

Физо въ свое время нашелъ для скорости электричества число гораздо меньшее, именно, около 180.000 килом. въ секунду. Тутъ нѣтъ никакого противорѣчія, такъ какъ наблюдавшіеся въ обоихъ случаяхъ явленія были совершенно различны. Токи, которыми пользовался Физо, были прерывисты, но съ малыми числами періодовъ въ секунду; они проникали до оси проволоки. Токи Блондо, перемежающаго направленія съ очень короткими періодами, оставались *поверхностными* и проходили по тонкому вышнему слою, не болѣе одной сотой миллиметра толщиной. Ясно, что законы распространенія не будутъ одни и тѣ же въ этихъ двухъ случаяхъ.

Изъ предыдущаго короткаго очерка можно было бы заключить, что тутъ все происходитъ очень просто. На самомъ дѣлѣ это не такъ. Многія обстоятельства значительно усложняютъ явленія.

Во-первыхъ изъ вибратора происходитъ настоящее лучепусканіе индукціи. Слѣдовательно, энергія этого прибора изучается, а такъ какъ нѣтъ никакого источника, который питалъ бы его, то она скоро вся будетъ

разсѣяна и колебанія быстро прекратятся. Въ этомъ надо искать объясненіе явленія *сложнаго резонанса*, открытаго Саразеномъ Де-ла-Ривомъ, который сначала казался необъяснимымъ по теоріи Максвелла.

Далѣе извѣстно, что свѣтъ не подчиняется вполнѣ законамъ геометрической оптики, и отклоненіе, производимое *диффракціей*, тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе длина волнъ. При большихъ длинахъ волнъ герцовскихъ колебаній, эти явленія должны получать громадное значеніе и измѣнять все. Счастье, хотя бы для настоящаго времени, что наши способы наблюденій столь грубы, и иначе простота, которая насъ подкупила при первомъ взглядѣ, замѣнилась бы путаницей, въ которой мы не могли бы разобратся.

Вѣроятно, отъ этой причины зависятъ различныя аномаліи, которыя не могли объяснить до сихъ поръ. По этой же причинѣ и опыты надъ преломленіемъ лучей электрическихъ силъ имѣютъ, какъ я сказалъ раньше, мало поучительнаго значенія.

Остается одно затрудненіе, очень важное, но, конечно, не непреодолимое. По Максвеллу коэффициентъ электростатической индукціи прозрачнаго тѣла долженъ былъ бы равняться квадрату показателя преломленія. Этого не наблюдается, и тѣла, слѣдующія закону Максвелла, составляютъ исключеніе. Очевидно, мы находимся въ присутствіи явленій гораздо болѣе сложныхъ, чѣмъ это думали раньше. Но до сихъ поръ не удалось еще разобратся въ этомъ противорѣчій и произведенные опыты сами давали противорѣчивые результаты.

Остается, слѣдовательно, еще многое сдѣлать. Мнѣніе, что электричество и свѣтъ одно и то же, уже и теперь перестало быть соблазнительной гипотезой: это очень вѣроятная истина, но все еще не истина уже доказанная.

Дополненіе. Я старался выше, при помощи сравненія, объяснить электростатическое притяженіе и явленіе индукціи. Посмотримъ, какія идеи составилъ себѣ Максвеллъ о причинѣ, производящей взаимное притяженіе токовъ.

Тогда какъ электрическое притяженіе по нашему сравненію происходитъ отъ натяженія множества маленькихъ пружинокъ или, другими словами, вслѣдствіе упругости эфира, явленія индукціи и электродинамическія дѣйствія производятся живою силой и инерціей этой жидкости.

Полное вычисленіе было бы слишкомъ длинно, чтобы его можно было помѣстить въ этой статьѣ, и я опять удовольствуюсь сравненіемъ, пользуясь для него хорошо извѣстнымъ приборомъ—центробѣжнымъ регуляторомъ.

Живая сила этого прибора пропорціональна квадрату угловой скорости вращенія и квадрату расхожденія шаровъ. По гипотезѣ Максвелла, эфиръ приходитъ въ движеніе, какъ только появляются гальваническіе токи, и его живая сила пропорціональна квадрату силы этихъ токовъ, которые, слѣдовательно, въ нашей аналогіи соответствуютъ угловой скорости вращенія регулятора.

Если мы возьмемъ два тока одного и того же направленія, эта живая сила, при равной силѣ токовъ, будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ ближе будутъ находиться токи одинъ отъ другого. Если токи направлены обратно, то она будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе удалены токи другъ отъ друга. Замѣтивъ это, будемъ продолжать наше сравненіе.

Чтобы увеличить угловую скорость регулятора, а слѣдовательно, и его живую силу, нужно произвести нѣкоторую работу для преодоленія нѣкотораго сопротивленія, называемаго *инерціей* регулятора.

Совершенно также увеличить силу тока—значитъ увеличить живую силу эфира и, чтобы это сдѣлать, нужно затратить нѣкоторую работу и преодолѣть сопротивленіе, которое есть ничто иное, какъ инерція эфира и которое называютъ *индукціей*.

Живая сила будетъ болѣе, если токи одного направленія и будутъ близко одинъ къ другому, слѣдовательно, и работа, которую придется затратить, и обратная электродвигательная сила индукціи будетъ болѣе. Обыкновеннымъ языкомъ это выражаютъ, говоря, что взаимная индукція двухъ токовъ прибавляется къ ихъ самоиндукціи. Если направленіе токовъ обратно, то и явленіе бу-

деть обратное. Если раздвинуть шары регулятора, нужно будет, для поддержания прежней угловой скорости, затрачивать некоторую работу, так как при равной угловой скорости живая сила будет тем больше, чем больше раздвинуты шары. Совершенно также, если оба тока направлены одинаково и если их сближают, придется для поддержания прежней силы токов, затрачивать некоторую работу, так как живая сила увеличится. Придется, следовательно, преодолевать электродвигательную силу индукции, которая стремится уменьшить силу токов. Сила индукции будет, напротив, стремиться увеличить силу тока, если удалять друг от друга токи одного направления, или если сближать токи, направленные обратно.

Наконец, центробежная сила стремится раздвинуть шары, что *увеличило бы живую силу, если бы угловая скорость поддерживалась постоянной*.

Совершенно так же, когда токи направлены одинаковым образом, они *притягиваются*, т. е. они стремятся сближиться, что *увеличило бы живую силу, если бы сила токов поддерживалась постоянной*. Если токи направлены обратно, они взаимно отталкиваются и стремятся удалиться друг от друга, что опять-таки увеличивает живую силу, если сила токов остается постоянной.

Таким образом явления электростатическая зависимость от упругости эфира, а явления электродинамическая от его живой силы. Теперь, сама упругость, должна ли она быть объясняема, как думает лорд Кельвин, вращением небольших частиц этой жидкости? Различные причины делают эту гипотезу очень заманчивой, но в теории Максвелла она не играет важной роли, и эта теория от нея вполне независима.

Я делал в настоящей статье сравнения с различными механизмами. Эти сравнения суть только сравнения и даже очень грубые. В книге Максвелла не нужно искать полного механического объяснения электрических явлений, но только изложение условий, которым должно удовлетворять каждое объяснение. И именно то обстоятельство, что труд Максвелла независим ни от каких частных объяснений, и следовательно, впереди, этот труд долговечным.

М. III.

Приспособление Клода для увеличения безопасности распределения переменным током.

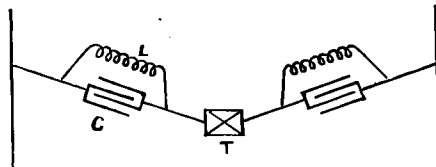
Несомненно, что переменный ток при том числе перемены и том напряжении, какие употребляются на практике, представляется чрезвычайно опасным для жизни; всякий шаг к устранению этой опасности заслуживает полного внимания.

Приспособление Клода может, по мнению автора, значительно уменьшить эту опасность.

Как известно, соединение с землею какой-либо одной точки провода, по которому идет постоянный ток, производит в землѣ лишь кратковременный ток разряда. Постоянный ток в землю может установиться лишь при том условии, что цепь соединена с землей еще в какой-либо другой точке, и сила его зависит от сопротивления, представляемого этим последним соединением. Таким образом, опасность соединения провода с землею через тело человека зависит от состояния и качества изоляции проводов.

В случае переменного тока первое соединение с землею уже позволит установиться известному переменному току с провода в землю; это происходит потому, что переменный ток распространяется и по диэлектрику, а потому часть, которой составляет отбывание в землю с провода от одного полюса генератора, замкнется через воздух и изоляцию кабеля на другой полюс генератора. Диэлектрики на пути этого тока не могут препятствовать его прохождению; они лишь уменьшают его и изменяют его фазу. Уменьшение тока произойдет в таком отношении, как еслибы эти диэлектрики представляли сопротивление, равное $\frac{1}{\omega C}$, где $\omega = \frac{2\pi}{T}$

(T период колебания тока) и C емкость проводника относительно земли. Это сопротивление представляет при хорошей изоляции кабеля всего несколько десятков тысяч ом; к нему нужно еще прибавить сопротивление человеческого тела, и полученное полное сопротивление и будет то, от которого зависит сила тока через отбывание в землю. При напряжении в 1.000—2.000 вольт, какое обыкновенно употребляется на практике, ток этот, очевидно, будет достаточно велик, чтобы быть признанным опасным. Клод предлагает средство уменьшить его. Можно было бы достичь этого уменьшения увеличивая ω , т. е., употребляя токи с возможно малым числом перемѣн; но есть еще средство, которое, не касаясь характера тока, все заключается в устройстве проводов, это именно, уменьшение емкости C . Оба средства в отдельности не могут увеличить кажущегося сопротивления больше, чем в 4—5 раз, но вместе взятые они могут улучшить проводку весьма значительно. Наконец, предлагается еще—третий способ увеличить сопротивление, не изменяя даже и самых проводов; он основывается на свойствах самоиндукции. Клод считает его гораздо более действительным, чем предыдущие, и особенно интересным в виду его применимости к действующим уже установкам. Способ состоит в ведении самоиндукции параллельно с емкостью таким образом, что утечка тока с провода в землю (T на фиг. 1) должна происхо-



Фиг. 1.

дить одновременно через конденсатор (изоляторы) и через проводник с большою самоиндукцией. Ток через конденсатор бывает наименьший в те моменты, когда потенциалы проводов достигают наибольшей величины, т. е. его сила опережает на $\frac{1}{4}$ периода электродвижущую силу цепи. Ток в проводник с самоиндукцией отстает от э. д. силы, но лишь на известную часть четверти периода; еслибы самоиндукция была бесконечно велика, ток через нее отстал бы на четверть периода и находился бы в противоположной фазе с током через диэлектрик. Оба тока взаимно уничтожились бы. Для обыкновенной же величины самоиндукции Клод выводит следующее выражение наименьшего тока:

$$I_{\min} = E\omega C \cos \varphi \sin(\omega t + \varphi_1),$$

где φ угол запаздывания тока через самоиндукцию, E э.

д. силу цепи, и φ_1 таково, что $\tan \varphi_1 = \frac{J \sin \varphi - E\omega C}{J \cos \varphi}$.

Отсюда видно, что наибольшее значение тока в землю равно $E\omega C \cos \varphi$, вместо $E\omega$, каким оно было бы без приспособления Клода.

Клод производит опыты на одной из парижских стѣй (Halles centrales), соединяя оба провода переменного тока первичною обмоткою трансформатора Ферранти, средняя точка которой была соединена с землей. Как известно, при действии с разомкнутою вторичною цепью $\cos \varphi = 0,5$ для этого трансформатора, и таким образом сопротивление току в землю оказывается удвоенным. Но, замѣчает Клод, специально устроенные катушки самоиндукции могли бы увеличить это сопротивление в 25 раз ($\cos \varphi = 0,04$).

Таким образом средство Клода состоит в соединении кабеля непосредственно с землею через возможно малое сопротивление, но весьма большую самоиндукцию. При испытании такой проводки постоянным током, сопротивление ее изоляции окажется равным нулю, но при действии цепи переменным током, ее изоляция окажется громадною.

Изоляція, устроєнная по способу Клода, годится лишь для известной величины ω . Авторъ показалъ, однако, что и при всѣхъ величинахъ ω , меньшихъ нормальной, какія могутъ быть въ началѣ дѣйствія, кажущееся сопротивление будетъ меньше того, какое получилось бы безъ введенія самондукціи.

Если приспособленіе Клода соединить съ уменьшеніемъ C , о которомъ говорилось выше, то можно получить изоляцію въ 125 разъ большую обыкновенной. Слѣдуетъ замѣтить, однако, что приспособленіе Клода замѣнитъ переменный токъ черезъ тѣло, соединяющее кабель съ землею, мгновеннымъ разрядомъ чрезъ него линіи, заряженной до половинны того потенциала (въ худшемъ случаѣ), подѣ которой она работаетъ. Опытъ долженъ рѣшить, какъ сознается самъ авторъ, увеличиваетъ ли это безопасность проводки.

В. Т.

ОБЗОРЪ.

Скорость распространенія электрической волны чрезъ воздухъ.—Въ 1888 г. Герцъ впервые произвелъ стоячія волны въ металлической проволоцѣ; непосредственное измѣреніе разстоянія между узлами дало длину волны колебанія, равную 2,8 метра. Периодъ колебанія былъ вычисленъ равнымъ 1,4 стомиллионныхъ секундъ, откуда для скорости распространенія электрическаго колебанія по проволоцѣ получилась величина

$$1,4 \cdot 10^{-8} = 200 \text{ миллионъ метр. въ сек. *)}$$

Скорость эта оказалась независимею ни отъ металла, ни отъ сѣченія проволоки. При этомъ Герцъ замѣчаетъ, что она навѣрное должна оказаться другою, если колебаніе распространяется чрезъ діэлектрики. Затѣмъ Герцу удалось сравнить эту скорость со скоростью непосредственнаго излученія электричества чрезъ воздухъ. Резонаторъ, отвѣчавшій колебаніямъ проволоки, по которой *проходили* вторичныя волны вибратора, находился подѣ влияніемъ и первичныхъ волнъ вибратора, достигающимъ его чрезъ воздухъ; опредѣлялись условія интерференціи этихъ волнъ. Для данного разстоянія отъ вибратора, резонаторъ не давалъ искръ (происходила интерференція), если находился подѣ нѣкоторыми известными точками проволоки, несущей волну, отстоящими на 2,8 м. одна отъ другой. Надѣ резонаторомъ перемѣщали проволоку, дѣлая изъ нея большую или меньшую петлю у ея начала, около вибратора.

При постоянномъ положеніи проволоки, перемѣщая резонаторъ, можно было опредѣлить точки, въ которыхъ повторялась фаза интерференціи. Ихъ разстоянія отъ вибратора оказались послѣдовательно увеличивающимися на 7,5 метра. Если бы скорости распространенія волны по проволоцѣ и чрезъ воздухъ были одинаковы, то во всѣхъ точкахъ была бы одна и та же фаза интерференціи, такъ какъ фазы обѣихъ волнъ отличались бы во всѣхъ точкахъ на одну и ту же величину. Но, если скорость распространенія одной волны болѣе, чѣмъ другой, то съ каждой волной эта разность фазъ увеличивается, пока не достигаетъ величины, равной болѣе короткой волнѣ. Такимъ образомъ, вышеприведенное наблюденіе показываеъ, что на длинѣ въ 7,5 метровъ укладывается одною волною по проволоцѣ болѣе, чѣмъ въ воздухѣ: т. е. эта длина равняется такой части волны въ воздухѣ, какая въ проволоцѣ займетъ длину 7,5 — $2,8 = 4,7$ метровъ. Отсюда получаемъ, что отношеніе скоростей $= \frac{7,5}{4,7}$, и длину волны въ воздухѣ $2,8 \cdot \frac{7,5}{4,7} = 4,5$

метровъ, а скорость ея распространенія равную около 300.000 килом. въ сек. Герцъ самъ высказалъ недоуміе къ этимъ результатамъ, такъ, напр., онъ замѣтилъ, что всѣ окружающіе предметы значительно вліяли на резонаторъ. Металлическія колонны отбрасывали тѣнь, стѣны отражали колебанія и т. п. Впослѣдствіи онъ воспользовался этимъ явленіемъ, устроивъ электрическія зеркала,

*) См. *Электрич.* 1890, стр. 3 sqq.

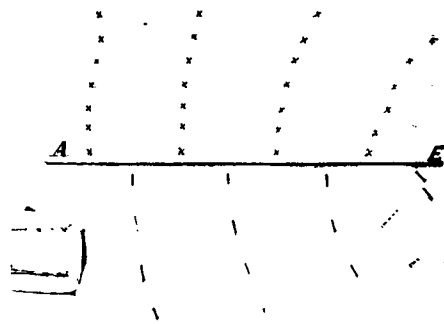
но съ еще большимъ успѣхомъ эти опыты были повторены въ 1893 г. Саразеномъ и де-ла-Ривомъ въ громадномъ помѣщеніи (фиг. 2), служившемъ для установки турбинъ. Ихъ опыты доказали, что скорость распространенія чрезъ воздухъ и по проволоцѣ одна и та же.



Фиг. 2.

Ихъ вибраторъ отстоялъ отъ зеркала въ 50 футахъ, и зеркало было площадью въ 1.250 кв. фута. Шары вибратора ясно видны въ правой части фиг. 2. Наблюдатель съ резонаторомъ находился въ длинномъ деревянномъ ящикѣ, упирающемся въ цинковое зеркало, и позволяющемъ наблюдать искру резонатора въ темнотѣ.

Разсѣяніе электрической волны въ воздухѣ.—Въ концѣ прошлаго года *Биржелюндъ* и *Саразенъ* сдѣлали слѣдующій опытъ: для возбужденія электрическихъ колебаній былъ примененъ вибраторъ Герца съ пластинками, между которыми проскакивали (въ маслѣ) искры въ 3 мм. длиною, поддерживаемая, какъ обыкновенно, Румкорфовой катушкой. Предѣ одной изъ пластинъ находилась третья, подобная первымъ, отъ которой шла мѣдная трубка въ 1 см. діаметр. и 9 метр. длиною, лежащая на деревянныхъ колонкахъ. Авторы задали себѣ вопросъ, какъ распространяется электрическая волна съ дальняго свободнаго конца этой трубки въ воздухъ. Ихъ опыты показали, что въ полѣ, образуемое вокругъ ея,



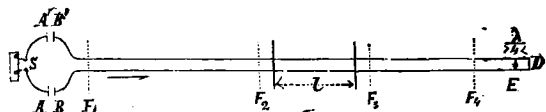
Фиг. 3.

вслѣдствіе интерференціи волны параллельной проводнику, распространяющейся по перпендикулярѣ къ нему, и волны, отраженной отъ свободнаго конца его, существуютъ узловыя линіи, въ который резонаторъ не давалъ искры. Резонаторъ, которымъ изслѣдовалось поле, представляла изъ себя кружокъ весьма малыхъ размѣровъ, 10 см. въ діаметрѣ.

На фиг. 3 крестики обозначаютъ положенія этого резонатора на узловыхъ линіяхъ. При всѣхъ этихъ опы-

тахъ плоскость резонатора была перпендикулярна къ оси трубки, но затѣмъ авторы опредѣляли такое ея положеніе, оставляя ее вертикальной, при которомъ резонаторъ давалъ максимальныя искры, находясь на линіи нульностей. Положенія плоскости резонатора въ этихъ условіяхъ изображены черточками на нижней половинѣ фиг. 3. Какъ видно и на чертежѣ, плоскость резонатора въ этихъ положеніяхъ дѣлитъ пополамъ уголъ между линіей параллельной оси трубки и соединяющей центр резонатора со свободнымъ концомъ трубки. Кроме того, Биркензандъ и Саразенъ въ двухъ случаяхъ опредѣляли тѣ положенія резонатора, при которыхъ онъ даетъ наибольшую искру, находясь на линіи узловъ; для этого необходимо, чтобы одно изъ интерферирующихъ колебаній было перпендикулярно къ плоскости резонатора, которая оказывается въ такихъ условіяхъ проведенною почти черезъ свободный конецъ трубки. Эти положенія (обозначены пунктирными линіями) чрезвычайно ясно показываютъ направленіе лучей электричества, испускаемыхъ концомъ трубки.

Распространеніе электрическихъ волнъ въ электролитахъ. — Въ декабрьской книжкѣ Wied. Annalen. Г. Удны Юзе (G. Uduy Jule) описываетъ свои опыты по этому вопросу, произведенные имъ въ Боннскомъ университетѣ при содѣйствіи проф. Герца. Юзе воспользовался приспособленіемъ Вьеркнеса, одного изъ



Фиг. 4.

талантливѣйшихъ продолжателей работы Герца. Колебавія возбуждались во вторичной цѣпи BDB', оканчивающейся такими же дисками B,B'. Провода этой цѣпи имѣли значительную длину: 50 метровъ между точками F₁ и F₂ *) и столько же между F₃ и F₄. Обѣ эти части проводовъ обитали вокругъ сада, принадлежащаго лабораторіи. Части ихъ между F₂ и F₃ проходили внутри длиннаго вертикальнаго сосуда, наполняемаго испытуемымъ электролитомъ. Въ E помѣщался квадрантный электрометръ (Вьеркнеса), показанія котораго были пропорціональны энергіи волны, проходившей черезъ него.

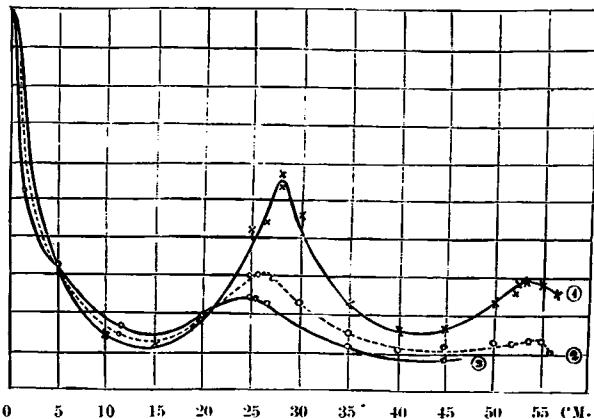
Изъ опытовъ оказалось, что ослабленіе волны въ зависимости отъ длины столба l діэлектрика совсѣмъ не происходитъ по закону логарифмической кривой, какъ это было бы, если бы мы имѣли дѣло съ простымъ поглощеніемъ. Такъ, напр., въ случаѣ воды интенсивность волны достигаетъ максимума при длинѣ столба приблизительно въ 27 см., затѣмъ снова увеличивается и достигаетъ нѣкотораго максимума при длинѣ столба въ 54 см., далѣе новый минимумъ при 81 см. и т. д.

Однимъ словомъ, происходитъ явленіе совершенно аналогичное явленію интерференціи свѣта при прохожденіи его черезъ тонкія пластинки, причемъ волны, прошедшія одинъ разъ черезъ пластинку, интерферируютъ съ волнами, прошедшими ее 3, 5 и т. д. разъ (отраженными отъ граней). Только здѣсь толщина пластинки 50—100 см. соответственно длинѣ волны этого «свѣта» — въ 108 см. При столбѣ въ 27 см. (первый минимумъ) мы имѣемъ дѣло съ пластинкою въ четверть волны.

На фиг. 5 по ординатамъ отложены показанія электрометра, по абсциссамъ длины столбовъ электролитовъ. Кривыя даютъ зависимость между этими величинами: 1—для воды, 2 и 3—для раствора сѣрноокислаго цинка. Въ послѣднемъ случаѣ происходило, конечно, большее затуханіе (поглощеніе) электрическихъ лучей, чѣмъ въ первомъ, такъ какъ электролитъ былъ болѣе проводя-

щимъ, и потому кривая получилась менѣ волнистою, подчинялась главнымъ образомъ логарифмическому закону.

Опыты Юзе даютъ діэлектрическую постоянную. Дѣйствительно, они даютъ длину волны λ_0 для электролита. Вычисленіе же показываетъ, что при его опытахъ λ_0 для



Фиг. 5.

воздуха была равна 9 метр.; отсюда получаемъ коэффи-

ціентъ преломленія $n = \frac{\lambda_0}{\lambda_g}$ и діэлектрическую постоянную $k = n^2$. Такъ авторъ нашелъ для воды $k = 69,5$ для

алкоголя (95%) $k = 26,7$, что довольно близко согласуется съ обыкновенно получаемыми величинами, напр., С. Я. Терешинымъ эти величины были найдены равными 83,8 и 27,0.

Юзе остроумно объясняетъ слишкомъ малые величины, полученные имъ для k , тѣмъ, что волны проходили и чрезъ воздухъ помимо электролита и этимъ отдалялись минимумъ, т. е. λ_0 казалось болѣе, чѣмъ была въ дѣйствительности.

В. Л.

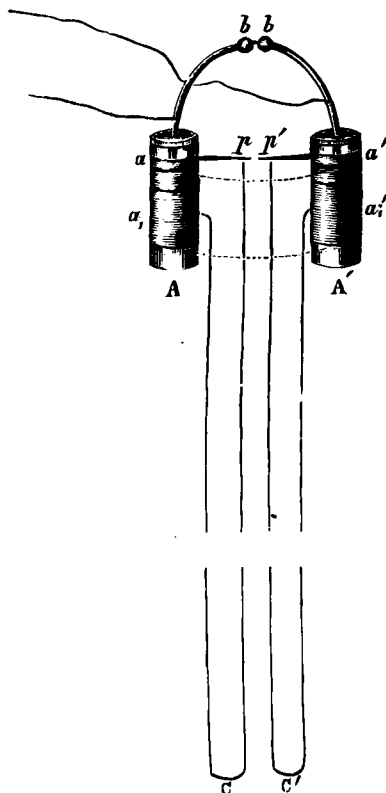
Опредѣленіе скорости распространенія электрическихъ возмущеній вдоль по мѣдной проволоцѣ. — Для опредѣленія скорости распространенія электрическихъ возмущеній вдоль по мѣдной проволоцѣ, Блондло примѣнилъ слѣдующій методъ: внутренніи обкладки двухъ конденсаторовъ A и A' (фиг. 6), устроенныхъ изъ обыкновенныхъ стеколъ отъ газовыхъ лампъ, покрытыхъ снаружи и изнутри оловянными листами, соединяются съ полюсами индукціонной катушки. Шарикъ b и b', которыми оканчиваются стержни, соединенныя съ внутренними обкладками, пожимаются другъ отъ друга на разстояніи 6—8 миллиметровъ. Въ оловянныхъ листахъ, составляющихъ внѣшнюю обкладку конденсаторовъ, сдѣланы прорѣзы по кольцу, раздѣляющему конденсаторъ A надвѣ, изолированныя другъ отъ друга, части a и a₁, а конденсаторъ A' на части a' и a'₁. Отъ a и a' идутъ двѣ короткія латуныя проволоки, оканчивающіяся остриями p и p', находящимися другъ отъ друга на разстояніи около 0,5 мм. Прямая pp' горизонтальна. Отъ a₁ и a'₁ идутъ двѣ проволоки a₁cp и a'₁c'p' длиною каждая въ 1,029 метровъ, тоже оканчивающіяся у острий p и p'.

Когда индукціонная катушка начинаетъ дѣйствовать, оба конденсатора заряжаются, такъ какъ ихъ внѣшнія обкладки соединены мокрыми шнурами, (изображенными на чертежѣ пунктирными линіями), позволяющими электричеству переходить съ одной внѣшней обкладки на другую. По истеченіи нѣкотораго промежутка времени, конденсаторы зарядятся достаточно, и между шариками b и b' появится искра. Въ этотъ моментъ заряды на обѣихъ частяхъ внѣшнихъ обкладокъ станутъ свободными и между частями a и a', съ одной стороны и частями a₁ и a'₁, съ другой, образуется разность потенциаловъ. Мокрыя шнуры на этотъ разъ не будутъ играть никакой роли, благодаря чрезвычайной быстротѣ явленія.

*) Электрическія волны отчасти отражаются на границѣ среди различной проводимости, и потому близость діэлектрика ϵ_2 къ BB' могла бы причинить трудно опредѣлимое дѣйствіе вторичнаго тока на первичный подобнаго закону же дѣйствію въ трансформаторахъ переменнаго тока

Части обкладок a и a' сейчас же разрядятся через искру, которая образуется между остриями p и p' .

Точно также разрядятся и части a_1 и a'_1 , соединенные с остриями p и p' длинными проволоками a_1p и a'_1p' , но искра между p и p' появится только тогда, когда электрическое возмущение пройдет по длинным проводам расстояние, равное 1.029 метрам.



Фиг. 6.

Таким образом, между остриями p и p' появляются две последовательные искры, отстоящие друг от друга на время, в которое электромагнитное возмущение проходит путь в 1.029 метров вдоль по медной проволоке.

Чтобы определить скорость этого прохождения, достаточно измерить промежуток времени, протекающий между моментами появления обеих искр. Для этой цели Блондло применил известный метод вращающегося зеркала. Он сконцентрировал свет от искры при помощи вогнутого зеркала, вращающегося вокруг оси параллельной pp' на вертикальный экран. При быстром вращении зеркала, изображение искры раздвояется и, зная скорость вращения зеркала, расстояние его от экрана и расстояние между двумя изображениями на экране можно вычислить промежуток времени, протекающий между двумя последовательными искрами.

Заменив экран фотографической пластинкой, можно получить фиксированный изображения искры, и расстояние между ними легко измерить.

В опытах Блондло зеркало приводилось в движение машинкой Грамма и дѣлало около 233—309 оборотов в секунду.

Длинные провода состояли из медной проволоки высокой проводимости, в 3 мм. в диаметре.

В результате 15 опытов оказалось, что средняя скорость распространения возмущения равняется 296,4 километрам в секунду. Второй ряд опытов, сдѣланных при длинѣ проводов в 1.821,4 метра, т. е. при длинѣ почти вдвое больше первой, далъ скорость 298 километров.

Близость результатов, полученных при проводах столь различной длины, показывает, что распростране-

ние возмущений происходит равномерно. Полученное число вполне согласно с тѣмъ, которое Блондло получил раньше другимъ способомъ.

Описанный методъ опредѣленія скорости распространения возмущений, какъ видно изъ изложеннаго, вполне независимъ отъ какой либо теоріи и даже независимъ отъ того, принять или непринять существование электромагнитныхъ колебаній. (L'Electricien.)

Колебательный разрядъ молніи и съверныхъ сіяній. — Англійскій ученый Джонъ Трубридж помѣстилъ недавно въ Philosophical Magazine интересную статью объ этомъ, еще до сихъ поръ, спорномъ вопросѣ. Обыкновенно принимаютъ, что при прохожденіи черезъ газы сильныхъ разрядовъ, напр., молніи черезъ воздухъ, газы разрываются *) точно такъ же, какъ стекло или всякая другая твердая и упругая среда, и что въ образовавшихся, такимъ образомъ, трещинахъ проходятъ электрическія колебанія. Эта гипотеза подтверждается фотографіями съ молніи, на которыхъ всегда можно отличить болѣе или менѣе развѣтвленную первоначальную искру, за которой слѣдуютъ колебанія.

То же самое можно наблюдать и на фотографіяхъ, полученныхъ Федерсеномъ, при помощи зеркала, вращающагося передъ полюсами, между которыми проходитъ разрядъ отъ батарей конденсаторовъ. Изслѣдованіе этихъ фотографій показываетъ, что въ теченіе промежутка въ нѣсколько сотыхъ долей секунды, разрядъ слѣдуетъ пути, пройденному первой искрой — *искрой-проводникомъ*, какъ ее называетъ Трубриджъ. Чтобы быть вполне увѣреннымъ въ этомъ, англійскій ученый предпринялъ повтореніе опытовъ Федерсена, но въ болѣе грандіозныхъ размѣрахъ. Токъ давалъ альтернаторъ, электровозбудительную силу котораго можно было мѣнять въ значительныхъ предѣлахъ; токъ питалъ трансформаторъ, а конденсаторами служили ряды пластинъ, опущенныя въ масло. Разряды, получавшіеся такимъ путемъ, были настолько сильны, что въ короткое время доводили до краснаго каленія желѣзные стержни въ 6 мм. діаметромъ, служившіе электродами. Когда разрядъ пропускали чрезъ вторичную обмотку трансформатора съ самоиндукціей въ 30 секомовъ, то токъ въ первичной цѣпи былъ въ состояніи накалить три Эдисоновы лампы въ 50 вольтъ; между тѣмъ разрядъ двухъ большихъ батарей изъ стеклянныхъ пластинъ, питаемыхъ электрической машинкой, едва накаливалъ при тѣхъ же условіяхъ небольшую шестивольтовую лампу.

Полученныя Трубриджемъ фотографіи представляютъ изображеніе десяти или двѣнадцати колебаній, продолжительность каждой изъ которыхъ не болѣе одной сотысячной секунды. Послѣ перваго изъ такихъ колебаній, два или три другихъ слѣдуютъ его пути.

Колебанія, сопровождающія электрическіе атмосферные разряды, вызываютъ часто интересныя явленія, примѣры которыхъ авторъ приводитъ въ своей статьѣ. Приведемъ описаніе одного изъ нихъ:

„Во время недавняго пребыванія моего въ одномъ зданіи, освѣщенномъ электрическими лампами накаливанія, я случайно замѣтилъ, что лампы мигали при каждомъ разрядѣ, несмотря на то, что время, которое проходило между явленіемъ молніи и шумомъ грома, указывало на то, что гроза проходитъ гдѣ то вдали. Это явленіе вызывалось несомнѣнно индукціей отъ колебательнаго разряда молніи, потому что лампы совершенно потухали, когда разряды по мѣрѣ приближенія облака сдѣлались сильнѣе, между тѣмъ какъ свинцовые предохранители оставались дѣльными. Это наблюденіе надѣ дѣйствіемъ молніи на электрическія лампы навело меня на мысль, что система проведенія электрическихъ проводовъ вдоль газовыхъ трубъ не вполне безопасна. Если въ мѣстѣ стыка трубъ или чрезъ мелкое отверстіе въ стѣнкѣ, происшедшее отъ песчинокъ, попавшихъ въ трубу при отливѣ, произойдетъ хотя бы легкая утечка газа, то электрическія искры, явившіяся отъ резонанса или отъ разряда молніи въблизи проводовъ, могутъ зажечь газъ и вызвать таинственный по своимъ причинамъ

*) См. объ этомъ *Электричество* 1893 стр. 231.

пожаръ. Подобный пожаръ избѣжали лишь по случайности въ томъ зданіи, о которомъ я пишу, благодаря осмотрительности лакея, который замѣтилъ, что газъ, вытекавшій изъ тоненькаго отверстія въ трубѣ, пролежавшей по деревянной обшивкѣ стѣны, воспламенился. Очевидно, во время грозы небольшая искра воспламенила газъ. Поэтому не слѣдуетъ никогда пролагать электрическихъ проводовъ рядомъ съ газовыми трубами, такъ какъ никакой громоотводъ не можетъ предупредить образованія небольшихъ искръ, вызванныхъ резонансомъ⁴.

Кромѣ изученія разрывного или колебательнаго разряда молнии, Трубриджъ занялся также изслѣдованіемъ разряда въ видѣ свѣтящихся кистей, а также изслѣдованіемъ сѣверныхъ сіяній. Онъ указываетъ, что колебательный разрядъ послѣ нѣсколькихъ колебаній, т. е. послѣ нѣсколькихъ сотыхъ долей секунды, теряетъ свой характеръ и превращается въ разрядъ при помощи свѣтовыхъ кистей; зигзагообразная трещина, вызванная колебательнымъ разрядомъ, исчезаетъ, и полюсы, между которыми проходитъ разрядъ, сами начинаютъ свѣтиться. Съ другой стороны, онъ рассматриваетъ явленіе сѣвернаго сіянія и приравниваетъ его свѣченію Гейслеровой трубки, которую держатъ въ рукѣ, соединивъ одну изъ концовъ ея съ какой-либо точкой соотвѣстнаго трансформатора; это извѣстный опытъ, сдѣланный весьма популярнымъ послѣ работъ Тесла. Трубриджу удалось достигнуть такого же свѣтового явленія въ трубкѣ и съ помощью колебательнаго разряда, помѣстивъ трубку послѣдовательно со столбомъ воды соотвѣстнаго сопротивленія въ цѣнь разряда.

Что касается стратификаціи, появляющейся въ разрывенныхъ газахъ при разрядѣ, то англійскій ученый приходитъ къ заключенію, что она не зависитъ отъ періода колебанія разряда. Онъ убѣдился, что разстояніе между полосами (стратами) едва мѣняется, когда періодъ мѣняется въ широкихъ предѣлахъ. Для этихъ опытовъ авторъ пользовался, то катушкой Румкорфа, дававшей отъ 6 до 100 прерываній въ секунду, то двумя машинами переменнаго тока, дававшими соотвѣственно 300—400 и 900—1.000 переменъ въ секунду. Точно также измѣненіе въ значительныхъ предѣлахъ самоиндукціи цѣпи едва измѣняло разстояніе между стратами. Однимъ словомъ, онъ не нашелъ никакой зависимости между временемъ одного колебанія ($t = 2\pi\sqrt{LC}$) и явленіемъ стратификаціи. Отсюда онъ заключаетъ, что стратификація, наблюдаемая въ сѣверныхъ сіяніяхъ, не зависитъ, какъ полагаютъ иные, отъ чрезвычайно быстрыхъ электрическихъ колебаній; къ этому же заключенію онъ приходитъ и изъ другихъ соображеній. Дѣйствительно амплитуда электрическаго колебанія пропорциональна

$$I = \frac{R}{2L},$$

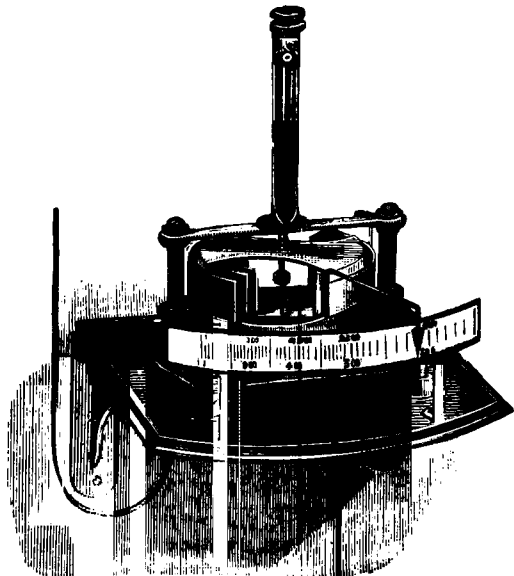
а слѣдовательно, если R весьма велико (что необходимо при подобныхъ явленіяхъ), то амплитуда будетъ столь мала, что не будетъ въ состояніи вызвать свѣтовыхъ колебаній.

По мнѣнію Трубриджа, причина стратификаціи въ сѣверныхъ сіяніяхъ болѣе проста, и онъ пытался искусственно вызвать аналогичныя имъ явленія въ Гейслеровыхъ трубкахъ. Если коснуться пальцемъ Гейслеровой трубки, включенной послѣдовательно съ безъ индукціоннымъ сопротивленіемъ въ цѣнь колебательнаго разряда, то тотчасъ появятся страты, положеніе которыхъ совершенно не зависитъ отъ числа переменъ тока, питающаго трансформаторъ. Изъ всего сказаннаго Трубриджъ заключаетъ, что нѣтъ причинъ предпологать существованіе быстрыхъ электрическихъ колебаній въ сѣверныхъ сіяніяхъ.

Электростатическій вольтметръ Кеннелли.—Этотъ приборъ предназначается для примѣненій на центральныхъ станціяхъ; онъ долженъ прикрѣпляться неподвижно въ вертикальномъ положеніи къ стѣнѣ или коммутаторной доскѣ. Его можно употреблять въ цѣляхъ какъ постояннаго, такъ и переменнаго тока.

Выдѣляется онъ двухъ размѣровъ для показаній соотвѣственно до 600 и 1.500 вольтовъ.

Этотъ приборъ, изображенный на прилагаемомъ рисункѣ (Фиг. 7), очень простъ по устройству и, дѣйствуя совершенно на электростатическихъ принципахъ, не расходуетъ тока. На двухъ проволокахъ подвѣшенъ горизонтально алюминіевый бисвитникъ, снабженный вертикальными секторами изъ того же металла, которые свободно двигаются въ кривыхъ латунныхъ желобкахъ.



Фиг. 7.

Бисвитникъ и секторы электрически соединены по подвѣшеннымъ проволокамъ съ одной стороны цѣпи, а латунные желобки съ другой, такъ что электровозбудительная сила развиваетъ электростатическое притяженіе между этими частями и секторы входятъ въ желобки, скручивая подвѣснныя проволоки, пока ихъ не остановитъ сила тяжести. Бисвитникъ съ секторами снабженъ горизонтальнымъ указателемъ, двигающимся по кривой шкалѣ въ 20 см. длиной; онъ указываетъ электровозбудительную силу у зажимовъ прибора. На шкалѣ 600—вольтоваго прибора, предназначеннаго для примѣненія въ 500—вольтовыхъ цѣпяхъ, измѣненіе въ нагрузкѣ на 5 вольтовъ или на 1% производитъ перемѣщеніе указателя приблизительно на 3 мм.

Такъ какъ случайное металлическое соприкасаніе между секторами и желобками произвело бы побочную короткую вѣтвь, то для устраненія такихъ случайностей желобки покрыты толстымъ слоемъ лака.

Для увеличенія безопасности, внутри коробки прибивленъ плавкій предохранитель изъ тонкой проволоки.

Подвѣска бисвитника оканчивается снизу легкимъ металлическимъ успокоителемъ, погруженнымъ въ испаряющееся масло, такъ что движенія указателя являются практически аперіодичны.

Такъ какъ приборъ измѣряетъ просто электростатическую силу силой тяжести, то въ его дѣйствіи нѣтъ ничего, что могло бы измѣняться съ теченіемъ времени, и нѣтъ никакихъ острій, которые вводили бы треніе. Двунитное подвѣшиваніе представляетъ преимущество въ отношеніи независимости отъ скручиванія и такихъ погрѣшностей, какія могла бы ввести температура или *усталость* въ проволокахъ.

Основаніе и рамка прибора—чугунныя, футляръ—изъ полированного дерева съ цилиндрическимъ стекломъ спереди. Приборъ представляетъ хорошее украшеніе для коммутаторной доски. Его высота отъ основанія—28 см., длина—36½ см. и ширина—33 см. На него не дѣйствуетъ ни магнитное поле, ни температура, ни умѣренные сотрясенія, ни электризованіе передаточнымъ ремнемъ.

Приборъ съ успѣхомъ выдержалъ испытаніе въ продолженіе 18 мѣсяцевъ. Онъ выдѣлывается на заводѣ Edison Manufacturing Co. въ Нью-Йоркѣ. (Electrical Engineer.)

Покрываніе корпуса судовъ мѣдью при посредствѣ электричества. — Какъ извѣстно, подводная часть судна съ теченіемъ времени обрастаетъ водорослями, и суда приходится довольно часто вводить въ доки для очистки и окраски ихъ подводной части, что сопряжено съ большими расходами и большой потерей времени; обрастаніе корпуса уменьшаетъ довольно значительно скорость судна и увеличиваетъ расходъ топлива. Изъ всѣхъ средствъ, предложенныхъ для устраненія этого обрастанія, единственнымъ дѣйствительнымъ является обшиваніе корпуса мѣдью, но для этого приходится обшивать суда предварительно деревомъ, чтобы изолировать мѣдь отъ желѣза и устранить вредное гальваническое дѣйствіе. Отсюда очевидно, какъ было бы выгодно найти удобный способъ покрыванія сплошнымъ слоемъ мѣди всего корпуса.

Предлагали покрывать суда мѣдью электролитически, обративъ сухой докъ въ огромную гальванопластическую ванну. Но такое покрываніе всего корпуса сразу потребовало бы огромныхъ расходовъ на растворъ и на производство тока огромной силы, а кромѣ того было бы трудно очистить надлежащимъ образомъ огромную поверхность, чтобы она не окислилась до начала процесса осажденія мѣди.

Недавно американецъ *Томасъ Кранъ* предложилъ болѣе практичный способъ — подносить къ судну ванну, а не погружать все судно въ растворъ. Судно, введенное въ докъ, покрываютъ мѣдью по частямъ, прикладывая къ нему гальванопластическія ванны въ видѣ коробокъ, сдѣланныхъ изъ гибкаго матеріала и содержащихъ въ себѣ мѣдную пластину и растворъ; для водонепроницаемости подъ кромки ванны подкладывается соответствующая прокладка. Для покрыванія судна берутъ нѣсколько такихъ ваннъ и очищаютъ только тѣ мѣста, куда ставить эти ванны; послѣднія, будучи гибкими, легко принимаютъ кривизну корпуса судна.

Оказалось, что для полученія совершенно ровнаго, гладкаго и прочнаго слоя мѣди на суднѣ достаточно тока въ 80 амперовъ на квадратный метръ при разности потенциаловъ въ $1\frac{1}{2}$ вольта. Для обезпеченія равномерной крѣпости у раствора производится непрерывное циркулированіе послѣдняго во время процесса покрыванія.

Чтобы пояснить практичность способа на примѣрѣ, возьмемъ судно въ 122 м. длиною (400 фут.) и 6 м. углубленіемъ (20 ф.), т. е. имѣющее подводную поверхность около 2.200 кв. м. Если пожелають покрывать сразу половину этой поверхности, то потребуется токъ около 90.000 амперовъ, который могли бы доставить нѣсколько машинъ въ 185 лоп. силъ, и все судно можно было бы покрыть въ 8—9 дней, израсходовавъ около 27 тоннъ мѣди.

Для эксплуатированія этого способа покрыванія судовъ мѣдью въ Америкѣ образовалось уже общество Ship Copper Coating Company. (The Electrical Engineer.)

Электрическія желѣзныя дороги системы Гельмана. — Въ нашемъ журналѣ не разъ уже выяснилось, что только отъ примѣненія на желѣзныхъ дорогахъ электрической тяги можно ожидать значительнаго увеличенія скорости сообщеній. Ни въ какомъ случаѣ, однако, нельзя разсчитывать, чтобы компаніи стали перестраивать для электрической тяги свои существующія уже теперь желѣзныя дороги или чтобы стали строить новыя линіи, параллельныя прежнимъ, для быстрыхъ сообщеній. Скорѣе можно ожидать, что будутъ приспособлять для этой цѣли вновь устраиваемыя линіи, какъ это предполагается, на примѣрѣ, теперь въ Сеян-Луи, въ Соединенныхъ Штатахъ, но это возможно въ странахъ, гдѣ еще не достаетъ нѣсколькихъ большихъ путей сообщенія, а не въ Англіи, Франціи и Германіи, гдѣ эти желѣзныя дороги, можно сказать, уже закончены.

Чтобы можно было примѣнить электрическую тягу

прямо на существующихъ линіяхъ, безъ всякой ихъ перестройки, Гельманъ выработалъ особую среднюю систему, при которой у каждаго поѣзда имѣется своя идущая съ нимъ генераторная станція. Роль послѣдней играетъ по системѣ Гельмана локомотивъ, который преобразуетъ тепловую энергію топлива въ электрическую энергію, распределяющуюся между электродвигателями, размѣщенными на осьяхъ поѣзда, какъ у вагоновъ, такъ и у локомотива.

При паровой тягѣ скорость движенія ограничивается двумя обстоятельствами: огромнымъ вѣсомъ паровыхъ локомотивовъ и сильными неравномерными движеніями, каковыя они подвергаются вслѣдствіе попеременно возвратнаго движенія частей паровой машины. Все это ведетъ за собой быструю порчу пути и колесъ локомотивовъ, отнимая всякую возможность увеличить наибольшую скорость за 100 км.

Для первоначальныхъ испытаній Гельманъ нѣсколько измѣнилъ свою систему, чтобы облегчить ея примѣненіе къ существующимъ желѣзнымъ дорогамъ, а именно, онъ проектировалъ только особый локомотивъ, оставляя безъ измѣненія самый поѣздъ; это, конечно, не будетъ полнымъ испытаніемъ его системы, но во всякомъ случаѣ дальнѣйшіе опыты и ея примѣненія будутъ зависеть отъ результатовъ этого испытанія.

Проектированный Гельманомъ паро-электрическій локомотивъ въ 16 м. длиною состоитъ изъ двухъ сочлененныхъ вѣстей платформъ, каждая съ 4 осями. На задней находится котелъ съ дымовой трубой на концѣ и съ угольными ямами и резервуаромъ для воды по бокамъ. На передней платформѣ помѣщается динамомашинна, сообщенная прямо съ быstroходной паровой машинной. 500-сильный локомотивъ будетъ вѣсить всего 42 тонны (25 тоннъ паровая машинна и котелъ, 6 тоннъ запасъ угля и 11 тоннъ динамомашинна). Динамомашинна доставляетъ токъ восьми электродвигателямъ, расположеннымъ на осяхъ локомотива.

Генераторная динамомашинна Броуна шести полюсная, съ кольцевымъ якоремъ въ 1.239 м. діаметромъ; при 300 оборотахъ она должна доставлять 1.025 амперовъ при 400 вольтахъ. Она намагничивается особой двухполюсной динамомашинной въ 20 лоп. силъ, которой будутъ пользоваться также для электрическаго освѣщенія поѣзда.

Электродвигатели также Броуна, 4-полюсные, укрѣпленные на платформѣ, на подобіе того, какъ это сдѣлано на вѣковыхъ линіяхъ трамвая въ Соединенныхъ Штатахъ. Діаметръ ихъ якоря—0,650 м.

Діаметръ ведущихъ колесъ локомотива равенъ 1,15 м.: при скорости въ 120 км. въ часъ двигателямъ придется дѣлать 560 оборотовъ въ минуту. Электродвигатели обмотаны съ послѣдовательнымъ соединеніемъ, вслѣдствіе чего является возможность измѣнить въ широкихъ предѣлахъ ихъ скорость, независимо отъ скорости генераторной динамомашинны. (L'Electricien.)

Форменелефонъ Харди. — Такъ называется приборъ, служащій для обнаруживанія присутствія въ воздухѣ нѣкотораго количества газа различной плотности. Онъ основанъ на слѣдующемъ принципѣ: когда двѣ органичныя трубы, дающія одну и ту же ноту, заставляють испускать звукъ при помощи двухъ различныхъ мѣховъ, питаемыхъ чистымъ воздухомъ, то онѣ трубятъ въ унисонъ. Если затѣмъ одинъ мѣхъ начать питать не чистымъ воздухомъ, а его смѣсью съ другимъ газомъ, то звукъ соответствующей органной трубы измѣняется, и обѣ трубы начинаютъ производить „дрожанія“ болѣе или менѣе частыя, смотря по тому, насколько богата смѣсь постороннимъ газомъ.

Приборъ, помощью котораго можно производить эти опыты, состоитъ изъ двухъ мѣховъ и двухъ органныхъ трубъ. Одинъ изъ мѣховъ и его органная труба заключены въ непроницаемую оболочку, содержащую чистый воздухъ; другой питается газовой смѣсью. Каждый опытъ продолжается всего нѣсколько секундъ.

Форменелефону, при его непосредственномъ примѣненіи для опредѣленія присутствія и количества рудничнаго газа въ каменноугольныхъ копяхъ, можно придать

и другую форму, чтобы онъ давалъ непрерывныя показанія не только въ самыхъ коняхъ, но и въѣ, напримѣръ, въ кабинетѣ инженера. Для этой цѣли на каждой изъ органическихъ трубъ располагаютъ микрофонъ и оба послѣднихъ соединяютъ съ однимъ и тѣмъ же телефоннымъ приемникомъ. Когда обѣ трубы издаютъ одинаковый звукъ, послѣдній ясно воспроизводится въ телефонѣ; когда же ихъ звуки расходятся, это также съ ясностью указывается телефономъ.

Чтобы не приходилось держать телефонъ все время около уха, Харди замѣняетъ его микрофоннымъ передатчикомъ изъ электромагнита, расположеннаго на полюсахъ постоянного подковообразнаго магнита. Вибрирующая стальная пластинка снабжена стерженькомъ, который оканчивается угольнымъ конусомъ; къ послѣднему прикасается плоскій уголекъ, прикрепленный къ очень легкой изолированной пружинѣ. По этимъ двумъ угольямъ проходитъ токъ мѣстной батареи, въ цѣль которой введенъ также телефонный приемникъ большого размѣра, снабженный резонаторомъ. При такихъ условіяхъ этотъ приемникъ повторяетъ тѣ же звуки, какъ и микрофонъ, но только усиливаетъ ихъ приблизительно въ 400 разъ. (Lum. El.)

Исслѣдованія Гопкинсона надъ магнитной вязкостью.*) — Эти исслѣдованія являются продолженіемъ предыдущихъ опытовъ Д. и В. Гопкинсоновъ для опредѣленія соотношеній между индукціей и намагничивающей силой для проволоочныхъ колецъ изъ мягкаго желѣза и стали, причемъ измѣренія производились обыкновеннымъ баллистическимъ способомъ и при переменныхъ токахъ съ числомъ перемѣнъ до 125 полныхъ цикловъ въ секунду. Тогда оказалось, что при умѣренной индукціи (3.000—4.000 единицъ) согласіе между кривыми обѣихъ величинъ было очень близкое, а при значительной индукціи (напр., 16.000 единицъ) кривыя проявляли нѣкоторую разницу, причемъ у стали эта разница была больше, чѣмъ у мягкаго желѣза. Настоящія исслѣдованія были предприняты для выясненія причины такой разницы, т. е. представляетъ ли она дѣйствіе времени (time effect) или обусловливается какимъ нибудь образомъ баллистическимъ гальванометромъ.

Для опытовъ было взято кольцо изъ твердой стали и затѣмъ кольцо изъ хромистой стали. Эти опыты привели къ слѣдующимъ заключеніямъ: 1) при внезапной перемѣнѣ намагничивающей силы индукція не сразу доходитъ до своей полной величины, — нѣсколько времени происходитъ медленное увеличеніе; 2) небольшая разница (сдвигъ) между баллистической кривой намагниченія и кривой измѣненія тока, при значительномъ числѣ перемѣнъ, представляетъ дѣйствіе времени.

(The Electrician.)

ПИСЬМО ВЪ РЕДАКЦІЮ.

Электрическая шлюпка для буксированія баржъ при Охтенскомъ пороховомъ заводѣ. **)

Въ № 1 журнала *Электричество* за текущій годъ помѣщена статья о примѣненіи электричества къ движенію шлюпокъ, имѣвшемъ временный характеръ. Въ статьѣ упоминается, что исправная служба этихъ шлюпокъ во время выставки въ Чикаго составляетъ важный фактъ для развитія электрическаго судоходства, доказывающей пригодность его для правильной ежедневной службы.

Мнѣ кажется, что примѣръ, который я приведу ниже, у насъ въ Россіи и близъ Петербурга, гораздо доказательнѣе 6 мѣсячнаго американскаго опыта.

Въ Охтенскихъ пороховыхъ заводахъ имѣется электрическая шлюпка съ 42 аккумуляторами Валя тина

*) См. *Электр.* 1893, стр. 257.

**) Съ особеннымъ удовольствіемъ редакция помѣщаетъ описаніе этого прекраснаго примѣра примѣненія электричества къ буксированію.

Т₂₃, емкостью въ 145 амперовъ-часовъ и работающими съ силой тока до 30 амперовъ, при около 75 вольттахъ; слѣдовательно электро-двигатель Грамма потребляетъ до 2.250 уаттовъ и развиваетъ механическую работу на валу гребного винта около 2 — 2 1/4 силъ. Эта лодка, во все время навигаціи, за рѣдкими исключеніями ежедневнo, буксируетъ 3 — 4 баржи съ порохомъ изъ завода въ пороховые погреба Медвѣжьяго стана, на разстояніи около 7 верстъ. Лодка отлично выгребаетъ даже противъ сильнаго вѣтра, но идетъ съ небольшою скоростью и дѣлаетъ эти 7 верстъ съ баржами около 1 1/4 часа, кромѣ случая очень сильнаго противнаго вѣтра. Безъ баржъ, по съ посаженными 15 человѣками, она употребляетъ на эти 7 верстъ около 50 минутъ. Лодка, носимая названіемъ „Электрохода“, работаетъ по перевозкѣ пороха уже три года и сейчасъ находится въ полномъ порядкѣ; никакихъ случаевъ или остановокъ въ перевозкѣ, по какимъ нибудь причинамъ, зависѣвшимъ отъ лодки, — не было. Примѣненіе въ данномъ случаѣ парового катера было опасно, по причинѣ вылетающихъ изъ трубы искръ и близкаго соприкосновенія значительныхъ массъ пороха на баржахъ; кромѣ того, при паровомъ катерѣ пришлось бы содержать знающаго машиниста, а управленіе „Электроходомъ“ настолько просто, что оно вѣрно смышленому черноработчику; только зарядженіе аккумуляторовъ лодки производится слѣдующими машинистами, дежурящими при станціи электрическаго освѣщенія, отъ которой и пользуются токомъ для зарядженія.

В. Чиколевъ.

БИБЛІОГРАФІЯ.

Практическое руководство къ примѣненію электричества въ промышленности. Составили Е. Кадіа и Л. Дюбостъ. Перевелъ съ 4-го изданія К. де-Шарьеръ. Русское изданіе 3-е. Ст. 257-ю черт. въ текстѣ. С.-Петербургъ. Изданіе К. Л. Риккера. 1894. Цѣна 5 р.

Большое число изданій, которая выдержала эта книга какъ на родномъ, такъ и на русскомъ языкахъ, достаточно краснорѣчиво говоритъ о достоинствахъ оригинала и перевода. На 664 страницахъ авторъ описываетъ всѣ приложенія электричества, сообщая такимъ образомъ громадное количество свѣдѣній изъ области современной техники. Въ началѣ книги на 33 страницахъ изложены *Основные начала*, т. е. опредѣленія электрическихъ величинъ и изложеніе главнѣйшихъ законовъ, явленій. Кромѣ того, въ началѣ остальныхъ отдѣловъ, посвященныхъ практическимъ вопросамъ, не мало страницъ посвящается *Теоретическимъ соображеніямъ*, а у главы о батареяхъ имѣются еще въ концѣ *Обшія соображенія*. Эта глава (600 стр.) вообще отличается подробнымъ изложеніемъ содержанія, но нельзя согласиться съ принятымъ въ ней расположеніемъ матеріала. Больше 50 стр. (въ двухъ мѣстахъ книги) посвящены описанію примѣровъ различныхъ установокъ. Наконецъ, видное мѣсто въ сочиненіи занимаетъ *Гальванопластика и электрометаллургія* (134 стр.). Зато нѣкоторые примѣненія электричества изложены очень неполно; на электрическую тягу уделено лишь 10 стр. Характеръ изложенія нѣкоторыхъ главъ поверхностенъ и неясенъ; прочитайте, напр., описаніе фотометра Бунзена. Теорія динамомашинъ собственно не имѣется, но при перечислѣ этихъ машинъ описано десятки. Невольно является вопросъ, чѣмъ руководствоваться при выборѣ ихъ. Намъ кажется, что въ практическомъ руководствѣ не мѣсто этимъ длиннымъ спискамъ динамомашинъ, регуляторовъ, лампъ, элементовъ и т. д. Практика твердо установила для каждой страны опредѣленные типы и много нужно опытности, чтобы вводить въ своей странѣ новый типъ прибора. Но съ другой стороны такое объемистое руководство должно содержать полный расчетъ динамомашинъ, столь легкій при современномъ совершенствѣ элементарныхъ пріемовъ разсужденій.

Такимъ образомъ, какъ подборъ матеріала, такъ и

способъ изложенія приводить насъ къ мысли, что книга Кадиа и Любоста весьма подходитъ для любителя, и вообще всякого интересующагося электричествомъ, но не удовлетворить практика, желающаго детально освоиться съ вопросами своей специальности. Л.

Указатель статей и работъ по электричеству.

Journal Télégraphique, № 1. Тоблеръ — Новые приборы электрическихъ измѣреній (Айртона и Матера, Эллиота и Мюррида). — Телеграфія и телефонія въ Испаніи (1890—1891). — Телеграфы колоній Кивэнсанда.

Electrical Review (Lond.), № 844. Унверъ — Относительная стоимость распределения по различнымъ электрическимъ системамъ при одной и той же дѣйствующей разности потенциаловъ. Электрическія станціи (№ 13 — Заведенія Гедерфельдской корпорации). — Одинъ изъ столповъ науки.

№ 845. — Ниагарская схема (критика схемы, предложенной Форбсомъ). Банти — Опытъ съ Брюновымъ двигателемъ. (Окончаніе).

The Electrician, № 818. — Часы освѣщенія (по даннымъ южнаго Кенсингтона). Гильомъ — Національные лабораторіи. — Президентская рѣчь А. Сименса.

Elektrotechnische Zeitschrift, № 4. Тейрихъ — Электрическій желѣзнодорожный сигналъ. Геймъ — Универсальный ламповый реостатъ.

№ 5. А. Винеръ — Соотношеніе между размахомъ и отдаленіемъ динамомашинъ. Маршеръ — Опытныя изслѣдованія однополюсныхъ машинъ. Гейнике — Электрическая установка „Партнахъ“. Гейнъ — Устройство испытаній изоляцій на электрической установкѣ. Мюллендорфъ — Къ задачѣ о развѣтвленіи токовъ.

Electrical Engineer, № 298. — Станція у Ниагари (описаніе турбинъ и туннеля).

№ 299. Мансфельдъ — Самоиндукція въ биметаллическихъ телефонныхъ проводахъ. Шупъ — Мѣдноцинковые аккумуляторы. Электрическія желѣзн. дороги (въ штатѣ Огіо).

L'Electricien, № 162. Мейланъ — Электродинамометры, употребляемые, какъ ваттметры.

La Lumière électrique, № 4. Брюнвинъ — Запятки объ электротехникѣ въ Соединенныхъ Штатахъ. Ришаръ — Машина Гендера для сшиванія ковровъ. Двероткрыватель Гикса и Троя; тоже Джонсона; мина Дж. Африана; приборъ для промѣра Поининскаго; тахометръ Генри. Гильбертъ — Реформа въ фотометріи. Блонделя — Запятки о методѣ записыванія колебаній.

№ 5. Гессъ — Электрическій трамвай отъ Бордо до Вижана. Ришаръ — Лампы накаливанія (Болла, Брайна, Перкинса, Свана, Шарфа, Никкерсона, Бёрнета, Томсона, Цобеля, Шульца, Говера, Генри). — Объ электромагнитномъ синхронизаторѣ. Корню. Брюнъ — Генрихъ Герцъ и его труды.

Das Wetter. Пелисъ — Вліяніе электричества на водяные пары въ связи съ вызываніемъ естественнаго дождя („Метеорологическій Вѣстникъ“, № 1).

Инженеръ, № 1. Е. Гвоздева — Современное состояние вопроса о блокированіи пути и объ электросемафорахъ для этой цѣли.

L'Industrie électrique, № 50. Арманья — Измѣрительные приборы на выставкѣ въ Чикаго. — Альтернаторъ Кромптона — Брентона.

The Electrical World, № 3. Бомъ — Задачи для изобрѣтателей лампъ накаливанія. Дёнбаръ — Телефонная индукція электростатическая или электродинамическая? Паттентъ — Лабораторныя замѣтки (XIV, примѣненія многофазнаго и быстропеременнаго тока). Фессенденъ — Новый способъ предупрежденія излученія тепла. Телефонъ Варгоуза. Трансформаторъ New-York and Ohio Co. Акустическій синхронизаторъ для машинъ переменнаго тока.

№ 4. Церкинсъ — Передача на большое разстояніе постояннымъ токомъ. Кареловъ — Расчетъ электромагнита для специальныхъ цѣлей. — Проф. Роуландъ о Cataract Construction Cy. Гайэмъ — Регулировка цѣпи съ дугowymi лампами.

The Electrical Review (N.-Y.), № 3. Карпартъ — Теорія и проектированія динмо постоянного тока съ замкнутою обмоткою. — Ремонтъ пути. Стетсонъ — Практика проводки электрическаго трамвая.

№ 4. Коллинсъ — Экономичное пользованіе трансформаторами.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Трансформаторъ съ замкнутымъ магнитнымъ потокомъ былъ впервые употребленъ Начипотти. По словамъ *Elektrot. Zeitschr.* еще въ 1871 г. этотъ изобрѣтатель якоря динамомашинны наблюдалъ улучшеніе въ дѣйствіи Румкорфовой спирали, если силовой потокъ, проходящій чрезъ ея сердечникъ, замкнутъ якоремъ подходящей формы.

Озонъ, какъ дезинфицирующее средство. — Въ концѣ прошлаго года *Кристинъ* обнаруговалъ результаты своихъ работъ по этому вопросу (въ *Annales de l'Institut Pasteur*). Оказывается, что озонъ, столь трудно приготавливаемый и дорого стоющій, вовсе не препятствуетъ размноженію микроорганизмовъ, броженію и гниенію веществъ, если онъ закладывается въ воздухъ даже въ такой значительной пропорціи, какъ 0,5 mgr. на литръ, т. е., когда воздухъ становится уже весьма трудно вдыхаемымъ. Для цѣлей дезинфекціи, онъ, слѣдовательно, долженъ заключаться еще въ большей пропорціи, но тогда онъ весьма вреденъ и для вдыхающаго его.

Электродвижущая сила, возбуждаемая планетой Венерой, недавно была опредѣлена въ Англіи проф. Майчинномъ (Minchin); лучи Венеры были собраны объективомъ телескопа, и сконцентрированы на фотоэлектрическую батарею, помѣщенную на мѣстѣ окуляра. Квадрантнымъ электрометромъ были измѣрена разности потенциаловъ, оказавшіяся равной 0,17 вольтъ.

(Lond. Electric. Review.)

Взрывъ отъ электрической канализаціи. — Компания Поппа въ Парижѣ, устраивая новую проводку электрическаго освѣщенія, повредила провода освѣтительной сѣти одного ресторана и недостаточно изолировали свои новые провода отъ газовой проводки этого послѣдняго. Между кабелемъ и трубою образовалось короткое сообщеніе, труба въ этомъ мѣстѣ расплавилась, и газъ заполнилъ подвалы ресторана. Первая зажженная лампа произвела, конечно, взрывъ, нанесшій убытки, достигающіе 300.000 франковъ.

Несчастье на электрическомъ трамваѣ въ Америкѣ. — 18 янв., по с. с., въ Санъ-Франциско вагонъ электрическаго трамвая, полный пассажировъ, опрокинулся на ходу. При этомъ несчастіи было убито 21 человекъ, многие ранены и ушиблены.

Очищеніе масла посредствомъ электролиза. *Левъ*, въ городѣ Б., достигъ прекрасныхъ результатовъ въ очисткѣ низшихъ сортовъ оливковаго и другихъ маселъ, наливая ихъ слоемъ на воду вольтметра и погружая отрицательный электродъ въ масло, положительный — въ воду. Токъ получался отъ магнитоэлектрической машины Сименса слабаго напряженія. Послѣ того, какъ разложеніе воды было окончено, масло оказалось совершенно прозрачнымъ и чистаго вкуса, даже „съ пріятнымъ пикантнымъ привкусомъ“. Этимъ же способомъ *Левъ* удалялъ значительно уменьшитъ содержащія кислоты въ смазочномъ маслѣ. (Bullet. intern. de l'électr.)