

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Электротехника въ Америкѣ.

(Продолженіе.)

VIII. Электрическія установки на Чикагской Выставкѣ

Установки Колумбовой Выставки представляютъ большой интересъ, какъ по своимъ размѣрамъ, такъ и по нѣкоторымъ техническимъ деталямъ. Чтобы судить объ ихъ размѣрахъ, достаточно сказать, что входящіе въ ихъ составъ паровые двигатели развивали въ совокупности не меньше 25.000 лощ. силъ, а динамомашинны доставляли токи, совокупная энергія которыхъ соответствовала 15.000 киловаттамъ.

Кромѣ электрическаго освѣщенія выставки, электрическія установки доставляли токъ для надземной желѣзной дороги, движущихся тротуаровъ, электрическихъ шлюпокъ, свѣтящихся фонтановъ, передачи энергіи для различныхъ цѣлей и пр. Къ электрическимъ установкамъ слѣдуетъ также отнести телеграфную и телефонную службу на выставкѣ.

Нѣкоторыя изъ этихъ установокъ были уже описаны въ предыдущихъ статьяхъ. Теперь слѣлаемъ общій очеркъ установокъ, останавливаясь на тѣхъ, которыя не были еще рассмотрѣны. Начнемъ описаніе съ центральныхъ станцій, интересныхъ по своимъ размѣрамъ и разнообразію состава.

Центральныя станціи.—Большая часть станцій для освѣщенія Джаксонова парка и Midway-Plaisance находились въ южной части Машиннаго Павильона (Machinery Hall) и составляли часть установки, называвшейся Power-Plant (установка энергіи). Всѣ отдѣльныя установки были совершенно независимы одна отъ другой въ электрическомъ отношеніи, но работали отъ одной общей установки паровыхъ котловъ.

Котельное зданіе примыкало съ юга къ Машинному Павильону и заключало въ себѣ котлы различныхъ американскихъ системъ, но всѣ водотрубнаго типа: 2 Гилля, 9 Гейна, 4 системы «National», 9 Зелля, 10 Бабкока и Вилькокса, 6 Стирлинга и 3 системы «Climax». Изъ этихъ системъ три совершенно новыя: 1) котлы Гейна, отличающіеся большой паропроизводительностью и легкостью сборки,

2) котлы «Climax» нѣсколько сложнаго устройства, но занимающіе мало мѣста, и 3) котлы Стирлинга, только что появившіеся и получившіе первую награду на выставкѣ. Всѣ эти котлы могли развивать количество пару, достаточное для машинъ около 30.000 лощ. силъ.

Какъ и всѣ остальные котлы на выставкѣ, эти котлы отоплялись нефтью. Мы остановимся здѣсь на приспособленіяхъ, какія примѣнялись тамъ для снабженія котловъ нефтью, съ цѣлью обезпеченія возможно большей безопасности и экономичности. Вопросъ объ отопленіи нефтью котловъ на центральныхъ электрическихъ станціяхъ представляетъ въ настоящее время большой интересъ, особенно у насъ въ Россіи. Кромѣ того, на Чикагской Выставкѣ примѣнялись весьма оригинальныя электрическія приспособленія для управленія клапанами и кранами и для регулированія дѣйствія котловъ. Притокъ нефти въ горѣлки котловъ регулировался автоматически, соответственно измѣненіямъ давленія пара въ каждомъ котлѣ (или группѣ котловъ). Вообще всѣ клапаны и краны на трубахъ для нефти, воды и пара въ котельномъ помѣщеніи были какъ бы связаны между собой электрически, такъ что устранялась почти всякая возможность неправильнаго управленія ими.

Резервуары съ нефтью для отопленія котловъ были расположены въ особомъ отведенномъ для нихъ мѣстѣ, вдали отъ главныхъ зданій, въ южной части выставки, и вмѣщали въ себѣ больше 500 килолитровъ жидкаго топлива. Они были построены изъ листового желѣза (4,8 мм. толщиной), имѣли цилиндрическую форму (2,4 м. діаметромъ и 1,5 м. длиной) и были установлены въ выложенномъ изъ кирпича погребѣ, раздѣленномъ на 6 отдѣленій, въ каждомъ изъ которыхъ помѣщалось по два резервуара, причемъ вмѣстимость помѣщенія превышала въ 2—3 раза объемъ резервуаровъ. Такое размѣщеніе послѣднихъ представляетъ важное значеніе съ точки зрѣнія безопасности храненія жидкаго топлива и можетъ служить образцомъ для электрическихъ станцій; въ случаѣ воспламененія нефти въ одномъ изъ отдѣленій, образующіеся тамъ газы находятъ себѣ нѣкоторый просторъ въ самомъ отдѣленіи, и по расчетамъ техниковъ, строившихъ погребъ, они даже не разрушили бы стѣнокъ (45 см. тол-

щиной) и пожаръ не распространился бы на смежныя отдѣленія. Погребъ былъ снабженъ вентиляционными трубами и освѣщался лампами накаливанія, по 75 въ каждомъ отдѣленіи. Благодаря такому богатому освѣщенію, при входѣ въ погребъ можно было весьма легко осматривать исправность резервуаровъ и различныхъ канализаций. Въ случаѣ течіи нефть собиралась въ самой нижней части погреба, откуда она извлекалась при помощи особыхъ приспособленій.

Вблизи этого погреба, въ небольшомъ зданіи, были установлены помпы, качавшія нефть изъ резервуаровъ въ котельныя горѣлки. Установка состояла изъ двухъ помпъ системы Duplex и двухъ вертикальныхъ котловъ для 40 лощ. силъ каждый. Работала обыкновенно только одна помпа, а другая служила запасной. Эти помпы качали нефть изъ резервуаровъ не прямо въ котельныя горѣлки, а сначала въ особый регуляторный резервуаръ, имѣвшій форму колонны въ 12 м. высотой и 965 мм. діаметромъ и служившій для поддержания въ канализаціи равномернаго давленія. Изъ этого резервуара нефть доставлялась по совершенно прямой трубѣ въ 127 мм. діаметромъ въ середину зданія для котловъ. Помпы могли также качать нефть обратно изъ канализаціи и регулирующей колонны въ резервуары, въ случаѣ, если требовалось опорожнить трубы и колонну.

Управление кранами этой канализаціи производилось, какъ уже было упомянуто выше, автоматически, при помощи электричества. Для этой цѣли примѣнялся рядъ весьма остроумно выработанныхъ приборовъ клевлендской фирмы National Electric Valve Co. Одни изъ нихъ дѣйствовали на нефтяныя помпы и поддерживали постоянный уровень въ регуляторной колоннѣ, другіе регулировали работу питательныхъ помпъ и количество доставляемой ими въ котлы воды, сообразно съ колебаніями уровня воды въ послѣднихъ; наконецъ, третьи приборы увеличивали или уменьшали притокъ нефти къ горѣлкамъ котловъ сообразно съ давленіемъ пара въ послѣднихъ.

Большинство горѣлокъ были такого устройства: надъ концомъ вертикальной нефтепроводной трубки расположена горизонтальная паровая трубка. Паръ, выходя изъ послѣдней надъ отверстіемъ первой трубки, вытягиваетъ изъ нея нефть и разбрызгиваетъ ее въ видѣ пыли по топкѣ. Затѣмъ примѣнялась еще горѣлка Ринда, состоящая изъ двухъ концентрическихъ трубокъ, изъ которыхъ внутренняя не доходитъ до конца наружной. Котлы Зелля были снабжены горѣлками Вильгоса, которыя даютъ горизонтальное пластинчатое пламя, выбрасывая нефть чрезъ рядъ мелкихъ радіально расположенныхъ отверстій; эти горѣлки ставятся на шарнирахъ, благодаря которымъ можно измѣнять ихъ положеніе въ топкѣ и даже выводить совершенно изъ послѣдней.

Въ заключеніе относительно нефтяного отопленія котловъ слѣдуетъ прибавить, что въ каж-

домъ изъ нефтяныхъ резервуаровъ былъ расположенъ небольшой змѣвикъ, устроенный изъ желѣзной трубки, по которой циркулировала нефть. Оказалось необходимымъ подогревать нефть, такъ какъ она имѣетъ свойство сильно густѣть, особенно въ холодную погоду. Въ виду того же обстоятельства вдоль всей нефтяной канализаціи была проложена небольшая трубка, по которой пропускался паръ.

Теперь переходимъ къ составу электрическихъ станцій, сосредоточенныхъ въ Машинномъ Павильонѣ. Какъ уже было сказано выше, въ электрическомъ отношеніи онѣ были совершенно независимы одна отъ другой, у каждой имѣлась своя собственная распредѣлительная доска и онѣ служили для передачи энергіи или освѣщенія отдѣльныхъ частей выставки.

Начнемъ очеркъ этихъ станцій или группъ машинъ (называемыхъ американцами *blocks*, участки) съ восточнаго конца зданія, останавливаясь на тѣхъ машинахъ, которыя представляютъ какія нибудь интересныя особенности и не были описаны въ предыдущихъ статьяхъ.

Первыя группы динамомашиинъ и паровыхъ двигателей служили, главнымъ образомъ, для передачи энергіи.

Первая группа заключала въ себѣ 4 динамомашины Эдисона по 200 лощ. силъ, не представлявшія по своему устройству никакихъ интересныхъ особенностей. Двѣ изъ нихъ соединялись ремнемъ съ горизонтальнымъ паровымъ двигателемъ компаундъ системы тандемъ, въ 480 лощ. силъ, а двѣ другія машины соединялись съ горизонтальнымъ двигателемъ въ 400 лощ. силъ. Здѣсь же находился большой паровой двигатель въ 1000 лощ. силъ General Electric Co., соединенный съ двумя многополюсными динамомашинами Эдисона (см. № 15—16).

Вторая группа состояла изъ 4 динамомашиинъ системы Эдди (Eddy Electric Manuf. Co.) по 250 лощ. силъ каждая. Двѣ изъ нихъ приводились во вращеніе горизонтальнымъ двигателемъ тройного расширенія, третья — горизонтальнымъ двигателемъ компаундъ системы тандемъ и четвертая — горизонтальнымъ одноцилиндровымъ двигателемъ. Кромѣ того, здѣсь былъ установленъ прекрасно построенный горизонтальный двигатель компаундъ съ цилиндрами, расположенными одинъ надъ другимъ; онъ соединялся непосредственно съ многополюсной динамомашиной Вестингауза.

Далѣе слѣдуетъ группа изъ 4 динамомашиинъ Матера (Mather Electric Motor Co.), изъ которыхъ двѣ соединялись съ горизонтальнымъ двигателемъ компаундъ, а двѣ другія получали вращеніе отъ двухъ отдѣльныхъ одноцилиндровыхъ двигателей. Машины бостонской фирмы Матера отличаются простотой устройства и малымъ числомъ составныхъ частей. Электромагниты круглой формы съ чугунными полюсовыми придатками. Якорь вндоизмѣненнаго типа Сименса; онъ уравновѣшенъ въ точности въ механическомъ отношеніи и ма-

шины работают почти совершенно без шума. Подшипники самосмазывающиеся такого же устройства, какъ у машинъ General Electric Co. (№ 15—16). Для передачи энергіи и главнымъ образомъ для центральныхъ станцій трамваевъ строятся машины на 500 вольтъ съ обмоткой компаундъ и автоматическимъ регулированиемъ; чаще всего употребляются образцы въ 30, 50 и 75 киловат., хотя строятся машины въ 120 и 180 киловат. Всѣ онѣ, за исключеніемъ послѣдняго образца, четырехполосныя, а послѣдній — шестиполосный. У машинъ двухъ первыхъ образцовъ кольцо электромагнитовъ представляетъ собой одну отливку.

Здѣсь же находились четыре 100-сильныхъ динамомашинокъ C. and C. Co., соединенныхъ съ двигателями «Ideal». Послѣдніе представляютъ собою горизонтальныя быстроходныя машины, весьма распространенныя на центральныхъ станціяхъ въ Америкѣ. Конструкторы этихъ машинокъ (Ide and Sons въ Иллинойсѣ) специально занимаются разработкой автоматической смазки движущихся частей и можно сказать безъ преувеличенія, что они разрѣшили вполнѣ этотъ важный вопросъ: ихъ двигатели работаютъ со скоростью до 300 оборотовъ въ минуту, не требуя никакого ухода со стороны машиниста.

Всѣ до сихъ поръ перечисленныя динамомашины доставляли токъ для дѣйствія электродвигателей въ различныхъ зданіяхъ выставки.

Изъ экспонированныхъ на выставкѣ электродвигателей заслуживаютъ вниманіе машины нью-йоркской фирмы C. and C. Electric Motor Co., пользующіяся большою извѣстностью въ Америкѣ. Ихъ электромагниты съ послѣдовательно расположенными полюсами круговой формы, напоминаютъ двѣ буквы С (одна перевернутая), чѣмъ объясняется и названіе фирмы. Полюсовые придатки, находящіеся подъ якоремъ, отлиты изъ чугуна заодно со станиной машины и прикрѣплены къ сердечникамъ винтами. Подшипники самосмазывающиеся знакомаго намъ устройства съ маслосѣбными стеклами. Щетки, числомъ 4, угольныя. Эта фирма строитъ динамомашины съ отвѣтвленіемъ, которыя могутъ служить, какъ для освѣщенія, такъ и для передачи энергіи, доставляя токъ при 125, 250 или 500 вольтъ; ихъ мощность измѣняется отъ 1 до 80 киловаттовъ, а число оборотовъ въ минуту отъ 625 до 220.

Двигатели строятся отъ 1 до 100 лш. силъ (число оборотовъ измѣняется соответственно отъ 1825 до 600). Они снабжаются компактными и огнеупорными реостатами для пусканія въ ходъ, выдѣланными только изъ металла, асбеста и шифера. При реостатѣ имѣется двухконтактный выключатель, прерывающій одновременно пѣть электромагнитовъ и якоря. Двигатели трамваевъ снабжаются реостатами съ автоматическимъ коммутаторомъ: пока проходитъ токъ, маленькій электромагнитъ поддерживаетъ рычагъ коммутатора; если вслѣдствіе какой либо неисправности токъ въ линіи прервется, электромагнитъ отпускаетъ

рычагъ коммутатора и спиральная пружина мгновенно переводитъ его въ положеніе покоя, когда бываетъ введенъ въ цѣпь весь реостатъ.

Электродвигатели Матера въ 1, 3, 6 и 10 лш. силъ бываютъ двухполюснаго типа съ якоремъ въ формѣ прямоугольной рамки; обмотки электромагнитовъ располагаются одна надъ якоремъ, а другая — снизу. Двигатели въ 20, 30 и 50 лш. силъ по общему устройству напоминаютъ четырехполосныя динамомашины этой фирмы. Диаметръ якоря выбираютъ такъ, чтобы на немъ было только два слоя проволоки. У двигателей низкаго напряженія употребляются мѣдныя щетки, а при напряженіяхъ выше 220 вольтъ — угольныя. Измѣненія скорости двигателей при какихъ угодно переѣнахъ въ нагрузкѣ не превосходятъ 5—6% нормальной скорости. Компания отдаетъ предпочтеніе быстроходнымъ двигателямъ; по мнѣнію ея техниковъ для скорости двигателей нѣтъ никакого практическаго предѣла, за исключеніемъ тренія въ подшипникахъ.

Въ составъ четвертой группы входили 16 динамомашинокъ Бреша для дуговыхъ лампъ, каждая на 60 лампъ (см. № 7). Всѣ онѣ приводились въ дѣйствіе весьма распространенными въ Америкѣ горизонтальными двигателями Ball and Wood, соединяясь по три съ двигателемъ въ 150 лш. силъ.

Слѣдующая группа, приходившаяся въ серединѣ Машиннаго Павильона, занимала площадь вдвое больше остальныхъ и принадлежала компаніи Вестингауза. Объ этой станціи упоминалось въ общихъ чертахъ въ № 6 (стр. 83). Установленныя тамъ динамомашины приводились въ дѣйствіе при посредствѣ ремней двигателями въ 2000, 1000, 330 (два) и 220 лш. силъ. Первый изъ нихъ представлялъ собою горизонтальную машину четверного расширенія системы Аллиса, которая не обладаетъ никакимъ преимуществомъ надъ вертикальными двигателями, соединяемыми непосредственно съ динамомашинами, представляя довольно много неудобствъ. Какъ можно видѣть изъ этого очерка установокъ, американцы рутинно придерживаются горизонтальнаго типа паровыхъ машинъ, соединяемыхъ съ динамомашинами ремнемъ (такъ было по крайней мѣрѣ до Чикагской выставки). Выставка наглядно показала, что по паровымъ двигателямъ европейцы значительно опередили американцевъ за послѣднее время. Двигатель Аллиса соединялся съ двумя динамомашинами ремнями, одѣтыми на одно и то же маховое колесо, одинъ поверхъ другого, — такой способъ соединенія весьма распространенъ въ Америкѣ, но, повидимому, не даетъ хорошихъ результатовъ.

Динамомашины переменнаго тока Вестингауза были описаны раньше (№ 3). Двигатель въ 220 лш. силъ вращалъ (ремнями) двѣ динамомашины постоянного тока C. and C. Co. по 80 киловат. (250 вольт.), служившія для передачи энергіи. Онѣ образовали отдѣльную станцію.

Компаніи же Вестингауза принадлежали три

слѣдующихъ группъ. Въ первой изъ нихъ были установлены четыре большихъ динамомашинъ (переменнаго тока, какъ и на остальныхъ *blocks*), соединенныхъ непосредственно съ 1000-сильными вертикальными двигателями, на второмъ участкѣ были три такія же машины, соединенныя со своими двигателями ремнями, и на третьемъ двѣ съ двигателями, какъ на первомъ участкѣ. Къ концу выставки къ третьей группѣ прибавили еще 4 небольшихъ динамомашинъ съ однимъ общимъ двигателемъ.

Девятуу группу образуютъ 14 динамомашинъ Fort-Wayne Electric Co. для дуговыхъ лампъ, о которыхъ упоминалось въ №№ 9—10 журнала. Они получали вращеніе при посредствѣ ремней отъ 5 горизонтальныхъ паровыхъ машинъ въ 300, 125, 190 и 150 лощ. силъ.

Слѣдующая группа заключала въ себѣ 20 динамомашинъ Standard Electric Co., получающихъ движеніе при посредствѣ трансмиссій съ тремя паровыми двигателями. Машины этой компаніи по общему устройству напоминаютъ извѣстный «манчестерскій» типъ. Электромагниты дѣлаются изъ мягкаго желѣза, а ихъ полюсовые придатки — изъ чугуна особаго состава; нижніе придатки отливаются за-одно со станиной машины и въ общемъ машина представляетъ компактный и прочный механизмъ. Верхніе полюсовые придатки легко снимаются для выниманія якоря. Якорь состоитъ изъ большого числа секцій, которыя можно очень легко перемѣнять въ случаѣ поврежденій. Коллекторъ дѣлается мѣднымъ, изолированный слюдой.

Машины работаютъ со скоростью отъ 915 до 1200 оборотовъ въ минуту. Для питанія дуговыхъ лампъ строятся три типа машинъ соответственно для лампъ въ 2000, 1600 и 1200 свѣчей; они бываютъ различной величины, а именно на 20, 30, 40, 50 и 60 лампъ.

Наконецъ, послѣдняя группа состояла изъ 16 динамомашинъ Томсона-Гоустона, которыя получали вращеніе отъ трехъ паровыхъ двигателей: двухъ компаундъ по 300 лощ. силъ и одного въ 200 лощ. силъ одноцилиндроваго.

(Продолженіе слѣдуетъ.)

А. С.

Электрическое паяніе, сварка и отливка.

(Извлечено изъ отчета VIII секціи комиссіи экспертовъ при IV Электрической выставкѣ И. Р. Т. О.).

Различные способы электрическаго паянія, сварки и отливки металловъ были одновременно подробно описаны въ нашемъ журналѣ, но до сихъ поръ не было напечатано почти никакихъ цифровыхъ данныхъ относительно достоинствъ этихъ способовъ соединенія и отливки металловъ. Экспертною комиссіею IV Электрической выставки, производившею экспертизу способовъ Бенардоса и Славянова, былъ произведенъ рядъ изслѣдованій и собраны нѣкоторыя цифровыя данныя касательно этихъ способовъ, съ которыми мы считаемъ

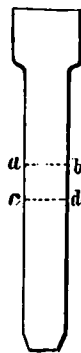
небезынтереснымъ познакомить нашихъ читателей, и которыя поэтому мы помещаемъ ниже. Сущность способовъ паянія, сварки и отливки Бенардоса и Славянова была уже описана въ нашемъ журналѣ (см. №№ 7, 8, 9, 10 за 1892 г.) и потому возвращаться къ описанію этихъ способовъ мы не будемъ, а обратимся прямо къ изложенію результатовъ изслѣдованій образцовъ спаекъ, сварки и отливокъ металловъ, произведенныхъ по этимъ способамъ.

1) *Результаты испытаній образцовъ металловъ, сваренныхъ по способу 1. Бенардоса.*

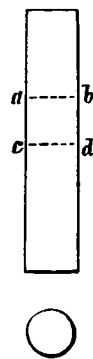
Для испытанія стыковой спайки двухъ кусковъ желѣза взята желѣзная полоса, сваренная и затѣмъ разорванная. Разрывъ произошелъ по цѣлому мѣсту, мѣсто же сварки осталось нетронутымъ. Химическій анализъ мѣста сварки и частей полосы, не подвергавшейся дѣйствію вольтовой дуги, показалъ, что общее количество углерода было въ металлѣ 0,130, въ мѣстѣ же сварки это содержаніе уменьшилось до 0,127.

Кромѣ химическаго анализа было произведено также микроскопическое изслѣдованіе*) мѣста сварки, для чего была вырѣзана часть *abcd* (фиг. 1), на поверхности которой была замѣтна сварка. Вырѣзанная часть отшлифована такъ, что одна изъ широкихъ сторонъ шлифа выпилена на большую глубину, чѣмъ другая, и на ней замѣтно болѣе пузырей и раковинъ, чѣмъ на послѣдней. Эти пузыри и раковины видны также простымъ глазомъ. На этой же сторонѣ замѣтно мѣсто спайки, происшедшей по извилистой линіи. Спайка оказалась совершенной, такъ какъ спаянъ однородный металлъ, только на поперечныхъ сторонахъ шлифа видны раковины по линіи спайки, особенно на одной изъ сторонъ, на которой подъ микроскопомъ ихъ виденъ цѣлый рядъ.

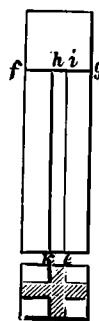
Для микроскопическаго изслѣдованія мѣста сварки въ стыкъ (на станкѣ) другого круглаго желѣзнаго бруска, изъ него была вырѣзана средняя часть *abcd* (фиг. 2), на поверхности которой была замѣтна спайка. Вырѣзанная часть была отшлифована въ видѣ квадратной призмы (фиг. 3). На всѣхъ четырехъ сторонахъ шлифа замѣтны спаи по линіямъ *fg*, *hk* и *ei*, такъ что можно предположить, что до спайки бруски имѣли форму поперечнаго сѣченія, указанную



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

*) Всѣ микроскопическія изслѣдованія были произведены горнымъ инженеромъ Савинскимъ.

на фигурѣ 3, гдѣ сѣченіе одного бруска заштриховано, а другого оставлено бѣлымъ. На одной изъ сторонъ шлифа замѣтны продольныя раковины, которыя могли произойти отъ спайки, но могли быть въ металлѣ и до нея.

Результаты механическаго испытанія на разрывъ этого самого бруска помѣщены въ слѣдующей таблицѣ:

Изломъ получился не однородный.

Таблица I.

Результаты испытаній на разрывъ, произведенныхъ 1-го Апрѣля 1892 г. въ механической лабораторіи С.-Петербургскаго Арсенала надъ круглымъ желѣзнымъ образцомъ, свареннымъ по способу Бенардоса, доставленнымъ отъ экспертной комиссіи при IV Электр. Выставкѣ.

№	Размѣры поперечнаго сѣченія до опыта		Разсчетная длина.	Разрушающій грузъ.	Наибольшее усиліе.			Разсчетное удлиненіе для $l = \frac{100}{200}$		Размѣры поперечнаго сѣченія послѣ разрыва.		Относительное суженіе.	Пределъ упругости въ % отъ разрушающаго груза Р.	$R' = \frac{R}{C}$	Пределъ упругости абсолютной.
	Толщина или діаметръ.	Площадь.			Тонны.	Килограммы.	Пуды.	Абсолютное.	Относительное.	Толщина или діаметръ.	Площадь.				
	мм.	кв. мм.	мм.	кггр.	на кв. сантим.	на кв. мм.	на кв. дюймъ.	мм.	%	мм.	кв. мм.	%			
	<i>a</i>	<i>w</i>	<i>l</i>	<i>P</i>	<i>R'</i>	<i>R''</i>	<i>R'''</i>	Δl	<i>i</i>	<i>a</i>	<i>w</i>	<i>c</i>			кггр.
1756	10	78,54	100	2740	3,489	34,89	1374,3	9,6	9,6	9,4	69,4	11,6	81,03	0,3349	2,220

Примѣчаніе. Во всѣхъ таблицахъ механической лабораторіи С.-Петербургскаго Арсенала приняты слѣдующія обозначенія:

1) Размѣры *a*, *b*, *w*, *a*₁, *b*₁, *w*₁ относятся до сѣченія у мѣста разрыва.

2) Разсчетная длина *l* считается между дѣленіями, взятыми въ равномъ разстояніи въ оба конца отъ разрывнаго сѣченія, и берется въ 200 или 100 мм.

3) Абсолютное удлиненіе Δl и относительное *i* относятся къ вышеупомянутой разсчетной длинѣ *l*.

4) Относительное суженіе $c = \frac{w-w_1}{w} \times 100\%$.

5) Если даются относительныя удлиненія для двухъ разсчетныхъ длинъ, то добавляется внизу буквы *i* значки, именно *i*₁ для *l*₁ = 200 мм. и *i*₂ для *l*₂ = 100 мм.

6) ΔL и *i*_н—абсолютное и относительное удлиненіе на длину *L* всего образца между кернами.

7) Для перехода отъ килограм. на кв. миллиметръ къ пудамъ на кв. дюймъ, нужно число килограммовъ умножить на 39,39.

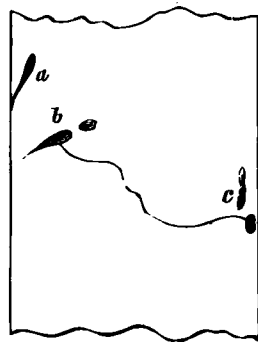
8) Коэффициентъ Тетмайера $C = \frac{R'i}{100}$.

Для испытанія спайки въ нахлестъ была взята полоса Демидовскаго желѣза, сваренная въ нахлестъ съ уплотненіями шва. Механическое испытаніе ея было сдѣлано ранѣе г. Бенардосомъ; причемъ по его даннымъ удлиненіе на мѣстѣ сварки было 33,3%, сопротивленіе же разрыву 43 килограмма на кв. мм.

Химическій анализъ показалъ, что въ мѣстѣ сварки содержаніе углерода было 0,13, а въ мѣстѣ, не подвергавшемся дѣйствию дуги,—0,055.

Для микроскопическаго изслѣдованія были сдѣланы шлифы на обѣихъ половинахъ разорванной полосы. Для этой цѣли одинъ конецъ ея

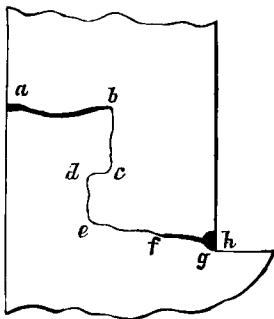
былъ отшлифованъ съ трехъ сторонъ. Съ одной изъ широкихъ сторонъ шлифа видны простымъ глазомъ раковины *a*, *b*, *c* (фиг. 4). Между раковинами *b* и *c* замѣтна спайная поверхность по



Фиг. 4.

линіи, показанной на чертежѣ. Эта же поверхность замѣтна и на поперечной (узкой) сторонѣ шлифа. На другой широкой сторонѣ ея не видно. Слѣдовательно, спайка совершена въ накладку. Спайка совершенная, но на всѣхъ трехъ сторонахъ шлифа замѣтно много раковинъ. Больше всего ихъ на той широкой сторонѣ, на которой не замѣтенъ спай, хотя здѣсь онѣ меньшихъ размѣровъ, чѣмъ на двухъ другихъ сторонахъ. Конецъ другой половины полосы былъ отшлифованъ тоже на три стороны. На одной изъ широкихъ сторонъ шлифа замѣтна трещина *ab* (фиг. 5), показанная на чертежѣ толстой линіей. Она представляетъ собою несварившуюся часть полосы. Линія *bcddef* указываетъ мѣсто сварки. Она оканчивается новой трещиной *fg* и черновинкой *b*. На поперечной сторонѣ спайка замѣтна меньше, но и здѣсь виденъ рядъ раковинъ, ука-

зываютъ на спайную поверхность. На третьей сторонѣ спайки не замѣтна, но имѣется много мелкихъ раковинъ.



Фиг. 5.

Оба изслѣдованныхъ образца были сварены при помощи угольнаго электрода. Чтобы изслѣдовать, насколько мѣняется составъ и структура металла, если при паяніи въ качествѣ электрода употребляютъ плавящійся стержень изъ того же металла, изслѣдованію былъ подвергнутъ чугунный стержень и кусокъ чугуна,

отлитый изъ этого стержня, когда онъ былъ вставленъ въ паяльникъ на мѣсто угольнаго электрода. Химическій анализъ далъ слѣдующіе результаты. Такъ какъ эти образцы были небольшихъ раз-

	Общее содержаніе углерода.	Гра- фита.	Крем- нія.
Чугунный стержень, служившій для отливки	3,26	2,81	1,95
Чугунная отливка	3,05	2,71	1,78

мѣровъ, то изъ нихъ нельзя было приготовить стержней для механическаго испытанія на разрывъ и пришлось удовольствоваться испытаніями на раздробленіе. Эти испытанія были произведены въ механической лабораторіи С.-Петербургскаго Арсенала и дали результаты, помѣщенные въ слѣдующей таблицѣ:

Для изслѣдованія спайки разнородныхъ металловъ были подвергнуты микроскопическому анализу два образца подобныхъ спаекъ. Въ одномъ изъ нихъ на стальную пластинку

Таблица II.

Результаты испытаній на раздробленіе, произведенныхъ 10, 13 и 14 Апрѣля 1892 г. въ Механической лабораторіи С.-Петербургскаго Арсенала надъ чугунными образцами, доставленными отъ VIII Секціи комиссіи экспертовъ при IV Электрической Выставкѣ И. Р. Т. О.

Механической лаборатори.	Размѣры попе- речнаго сѣченія до опыта.		Разсеченная длина	Разрушающій грузъ.	Наибольшее усилие.			Разсчитанное удлиненіе для $l = \frac{200}{25}$		Размѣры попе- речнаго сѣченія послѣ разрыва.		Относительное суженіе.	Преѣль упру- гости въ % отъ разрывающаго груза F.	$R' = \frac{R}{C} = 100$	Преѣль упру- гости абсолютной.
	Толщина или діа- метръ.	Пло- щадь.			Тонны.	Кило- граммы.	Пуды.	Абсо- лютное.	Относи- тельное.	Толщина или діа- метръ.	Пло- щадь.				
	мм.	кв. мм.	мм.	кгр.	на кв. сантим.	на кв. мм.	на кв. дюймъ.	мм.	%	мм.	кв. мм.	%			
№	a	w	l	P	R'	R''	R'''	Δl	i	a	w	c	%		кгр.

Изъ чугуннаго параллелепипеда, даннаго Бенардосомъ.

1766	15	176,71	15	12600	7,13	71,3	2798,5	4	26,7	»	»	»	»	1,9037	»
1767	15	176,71	15	12200	6,904	69,04	2719,5	2,5	16,7	17,4	237,79	34,56	»	1,1530	»

Изъ чугуннаго круглаго бруска, даннаго Бенардосомъ.

1768	15	176,71	15	14400	8,15	81,5	3210,3	2	13,3	16,8	221,67	25,44	»	1,0839	»
1769	15	176,71	15	13950	7,89	78,9	3107,9	3,3	22	18	254,47	55	»	1,7358	»

былъ наплавленъ слой латуни, посредствомъ расплавленія дугой латуннаго стержня, вставленнаго въ паяльникъ вмѣсто обыкновеннаго угольнаго. Шлифъ вырѣзанъ недалеко отъ края пластинки по направленію, перпендикулярному къ спайной поверхности, которая весьма близка къ плоскости. На одной изъ широкихъ сторонъ шлифа виденъ рядъ крупныхъ раковинъ въ латуни, у самой поверхности спайки. Въ стали тоже замѣтенъ рядъ раковинъ, параллельный спайкѣ, но находящійся отъ нея на нѣкоторомъ разстояніи. Другая широкая сторона шлифа изо-

бражена на фиг. 6. Въ латуни видны раковины ближе къ краямъ шифа, а посрединѣ его за-
мѣтны капли стали *c* и *d*. Въ стали раковины на-



Фиг. 6.

ходятся на нѣкоторомъ разстояніи отъ спайной поверхности, вблизи которой находятся двѣ трещины *a* и *b*. Въ трещину *a* затекла латунь. Спай вообще совершенный.

(Продолженіе слѣдуетъ).

Однополюсныя динамомашинны для электри- ческаго освѣщенія и передачи энергіи.

Сообщеніе проф. Ф. Брокера и Пармла въ Американскомъ
Институтѣ Электротехниковъ.

Введеніе. — Настоящее сообщеніе имѣетъ цѣлью обратить вниманіе на то обстоятельство, что однополюс-
ныя динамомашинны и двигатели гораздо практичнѣе и
могутъ имѣть больше примѣненій, чѣмъ обыкновенно
предполагаютъ. Терминъ *однополюсная динамашина*
употребляется здѣсь въ обыкновенномъ его смыслѣ для
обозначенія машинны, въ которой электрическіе токи
развиваются отъ непрерывнаго пересѣченія линій силы.
Эти машинны въ основѣ тождественны съ первоначаль-
ной дисковой машинной Фарадея. Терминъ *однополюсный*
совсѣмъ не подходящий, но онъ почти всеміи принятъ
въ примѣненіи къ машинамъ, въ которыхъ магнетизмъ
въ якорѣ не мѣняетъ свой знакъ при вращеніи послѣд-
няго. Впрочемъ въ этомъ широкомъ смыслѣ онъ упо-
требляется также въ примѣненіи ко многимъ машинамъ
со включеніемъ машинъ Морди и другихъ типовъ, въ
которыхъ линіи силы всегда проходятъ черезъ якорь въ
одномъ и томъ же направленіи; но въ этихъ машинныхъ
имѣются отдѣльныя полюсныя придатки и линіи силы
измѣняются въ якорѣ совершенно такъ же, какъ у обык-
новенныхъ двухъ полюсныхъ и многополюсныхъ типовъ.
Кромѣ того у машинъ этого рода якори обматываются
обыкновенно большимъ числомъ оборотовъ проволоки,
они требуютъ коллектора-коммутатора, чтобы произво-
дить постоянные токи, и въ основѣ совершенно не по-
хожи на машинны съ непрерывнымъ пересѣканіемъ ли-
ній силы, которыя составляютъ предметъ этого сооб-
щенія. Терминъ *„безполюсная машина“*, предложенный
Форбсомъ, лучше термина *однополюсная*, по онъ нѣсколь-
ко мало выразителенъ и можетъ быть отнесенъ къ ка-
кому нибудь роду бронеосныхъ машинъ. Однополюс-
ныя динамомашинны называются также дисковыми или
трубообразными машинными, такъ какъ якору обыкно-
венно придаютъ ту или другую изъ этихъ формъ. Ни
одинъ изъ этихъ терминовъ, однако, нельзя признать за
достаточно опредѣленный, такъ какъ ихъ можно смѣ-
шать съ другими типами машинъ, подобными по формѣ,
но различными по принципу. По мнѣнію авторовъ „ди-

намомашинна постояннаго полюса“ было бы хорошимъ
названіемъ для генераторовъ этого типа.

Историческія указанія. — Первой однополюс-
ной машинной было колесо Барлова, описанное имъ въ
1823 г. и состоящее изъ звѣздообразнаго диска съ длин-
ными остріями, вращающагося между полюсами магнита.
Черезъ нѣкоторыя части диска между полюсами маг-
нита проходилъ токъ и дискъ вслѣдствіе этого приво-
дится во вращеніе. Такимъ образомъ этотъ приборъ
былъ первымъ однополюснымъ двигателемъ. Дисковая
машинна Фарадея, построенная и описанная имъ въ 1831 г.,
была прототипомъ динамомашинны и представляла собой
также однополюсную машинну. Онъ устроилъ также при-
боръ, дѣйствующій по тому же самому принципу, но
состоящий изъ подвѣшеннаго мѣднаго цилиндра, вращаю-
щагося около полюса полосаго магнита. Это была пер-
вая трубообразная динамашина. Даже въ то время
Фарадей понималъ затруднительность полученія доста-
точно высокой электродвижущей силы отъ генера-
торовъ этого типа и пытался достигъ этого, располагая
нѣсколько дисковъ рядомъ и вращая ихъ въ противу-
положныя стороны. Подобныя машинны нѣсколько вре-
мени спустя были изобрѣтены снова и даже теперь онѣ
являются излюбленной темой для изобрѣтеній. Въ те-
ченіе многихъ лѣтъ послѣ Фарадея однополюсная машинна
была въ пренебреженіи, — вниманіе было обращено исклю-
чительно на машинны съ большимъ числомъ оборотовъ
провода на якорѣ для полученія высокой электродви-
жущей силы.

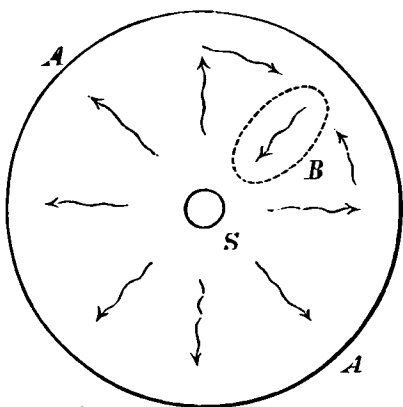
Въ 1878 г. Сименсъ устроилъ однополюсную машинну
съ трубообразнымъ якоремъ значительнаго размѣра,
для дѣйствительнаго промышленнаго примѣненія въ
электрометаллургіи. Делафилъ экспонировалъ на Фи-
ладельфійской Электрической Выставкѣ въ 1884 г. одно-
полюсную машинну трубообразнаго типа, которая достав-
ляла сильныя токи низкаго напряженія. Форбсъ также
построилъ и описалъ однополюсныя машинны, въ кото-
рыхъ якорь былъ въ формѣ желѣзнаго цилиндра, вра-
щающагося въ полѣ магнита, совершенно окружающаго
якорь. Эта машинна проектирована весьма остроумно въ
механическомъ и магнитномъ отношеніяхъ и съ прак-
тической точки зрѣнія она представляла значительное
усовершенствованіе въ сравненіи съ предшествующими.
Наибольшая электродвижущая сила, получавшаяся
отъ этихъ машинъ, составляла, кажется, около 6 вольтъ.
Затѣмъ относительно ихъ ничего не было слышно
нѣсколько лѣтъ. Полное пренебреженіе, въ какомъ былъ
этотъ типъ динамомашинъ, лучше всего доказывается
тѣмъ фактомъ, что на Чикагской Выставкѣ не экспо-
нировалось ни одного образца. Въ самомъ дѣлѣ можно
было бы сказать, что онѣ представляютъ въ настоящее
время дѣйствительно отрицательное значеніе, такъ какъ
единственное вниманіе, какое удѣляется имъ въ послѣд-
нее время, ограничивается нѣсколькими статьями объ
„Однополюсныхъ не работающихъ динамомашинныхъ“,
появившимися за послѣдніе мѣсяцы въ электротехни-
ческихъ журналахъ.

Общіе принципы. — Дѣйствіе однополюсныхъ
динамомашинъ основывается на томъ фактѣ, что въ
проводникѣ, двигающемся въ магнитномъ полѣ такимъ
образомъ, что онъ пересѣкаетъ линіи силы, развивается
электродвижущая сила, независимо отъ того, равно-
мѣрно поле или перемѣтно. Весьма часто дѣлаютъ
ошибку, предполагая, что измѣненіе въ числѣ или плот-
ности линій силы необходимо для произведенія тока
магнито-электрической индукціей. Въ дѣйствительности
же при пересѣченіи какихъ бы то ни было линій силы
должна всегда развиваться электродвижущая сила.
Можетъ случиться, — и такъ обыкновенно бываетъ въ
случаѣ катушки проволоки, — что одна часть проводника
пересѣкаетъ линіи силы въ одномъ направленіи, а дру-
гая часть въ противоположномъ и въ этомъ случаѣ
одно дѣйствіе нейтрализуетъ другое. Самый простой
примѣръ этого представляетъ металлическое кольцо,
двигающееся въ равномерномъ полѣ перпендикулярно
къ линіямъ силы. Въ этомъ случаѣ въ одной поло-
винѣ кольца развивается электродвижущая сила въ
одномъ направленіи, а въ другой половинѣ — въ обрат-

номъ, такъ что не получается никакого тока, но все-таки между двумя сторонами кольца существуетъ цѣликомъ та разность потенциаловъ, которая соответствуетъ числу пересѣкаемыхъ въ секунду линий силы.

Въ однополюсной динамомашинѣ или двигателѣ измѣненіе въ линіяхъ силы не только не нужно, но и положительно вредно, такъ какъ оно причиняетъ серьезныя потери отъ токовъ Фуко и гистерезиса; если же поле совершенно равномерно, то эти потери практически отсутствуютъ.

Всякій перерывъ или ослабленіе силы поля, обусловливаемое, напримѣръ, пузырями въ отливкѣ, позволило бы току якоря идти назадъ въ этомъ мѣстѣ и дѣйствовало бы на подобіе короткой вѣтви для остального



Фиг. 7.

якоря. Напримѣръ, на фиг. 7 *AA* представляетъ дисковую якорь, вращающуюся на валу *S*. Поле равномерной силы и одинаковая электродвижущая сила порождается на каждомъ радиусѣ, какъ показываютъ стрѣлки, за исключеніемъ части *B* якоря, которая находится въ болѣе слабомъ полѣ. Въ этомъ случаѣ токъ пойдетъ обратно чрезъ часть *B*, какъ показываетъ стрѣлка, и якорь будетъ подобенъ обыкновенному якорю, замкнутому короткой вѣтвью. Этотъ обратный токъ будетъ проходить и производить нагреваніе и потерю энергіи даже при разомкнутой вѣтви цѣпи.

Весьма распространено также ошибочное мнѣніе относительно однополюсныхъ машинъ, что якорь ихъ нельзя дѣлать изъ желѣза. Въ дѣйствительности сталь или желѣзо вообще лучше мѣди, потому что они представляютъ собой гораздо лучшіе проводники магнетизма и сопротивление магнитной цѣпи можно уменьшить значительно болѣе, чѣмъ при мѣдномъ якорѣ, причемъ единственнымъ воздушнымъ промежуткомъ будутъ маленькіе механическіе зазоры, необходимые для свободного вращенія. Стальной или желѣзный якорь гораздо прочнѣе мѣднаго не только вслѣдствіе его большой крѣпости для одной и той же толщины, но также въ виду того, что его можно сдѣлать гораздо толще, не производя никакого замѣтнаго увеличенія въ сопротивленіи магнитной цѣпи, тогда какъ мѣдный якорь пришлось бы сдѣлать очень тонкимъ. Большее удѣльное сопротивление желѣза не представляетъ затрудненія, такъ какъ у сдѣланнаго изъ него якоря площадь сѣченія для прохожденія токовъ будетъ гораздо больше, чѣмъ требуется, и можно увеличивать толщину для возмѣщенія болѣе высокаго удѣльнаго сопротивленія.

Способы увеличенія электродвижущей силы.—Фарадеемъ былъ предложенъ слѣдующій способъ: располагаютъ рядомъ два диска или больше, вращающихся въ противоположныя стороны, соединяя ихъ кромки ртутными или другими контактами такъ, чтобы токъ шелъ внаружу, отъ центра къ окружности въ одномъ дискѣ, внутрь въ слѣдующемъ и т. д. Такимъ

образомъ можно увеличить напряженіе во столько разъ, сколько дисковъ, но очевидны механическія затрудненія вращенія этихъ дисковъ въ противоположныя стороны и оказалась бы окончательная неудобная многочисленность электрическихъ контактовъ. Предлагали сотни видоизмѣненій этой идеи; напримѣръ, Сименсъ въ упомянутой уже выше трубообразной машинѣ увеличивалъ электродвижущую силу, разрывая трубу вдоль и располагая кольца на концѣ трубы такъ, чтобы токъ проходилъ сначала чрезъ одну секцію трубы, затѣмъ чрезъ вторую и т. д. Такимъ образомъ цѣпь могла образовывать въ магнитномъ полѣ нѣсколько контуровъ и въ каждомъ контурѣ прибавлялась нѣкоторая электродвижущая сила. Другой способъ для достиженія того же самаго результата состоитъ въ томъ, что нѣсколько тонкихъ трубокъ располагаютъ concentрично одну внутри другой, отдѣляя ихъ слоемъ изолирующаго матеріала и соединяя такъ, чтобы токъ сначала проходилъ чрезъ одну трубку, затѣмъ обходилъ кругомъ снаружи машины, шелъ по второй трубкѣ и т. д. по всѣмъ имъ послѣдовательно.

Теоретически нѣтъ никакого предѣла для увеличенія напряженія какимъ нибудь такимъ способомъ, но практически всякое изъ этихъ устройствъ представило бы весьма серьезныя механическія и электрическія затрудненія. Казалось бы гораздо предпочтительнѣе построить машину достаточной величины и заставить ее работать съ достаточной скоростью для полученія требуемаго напряженія, не усложняя устройства. Впрочемъ, нѣтъ никакого затрудненія соединять послѣдовательно двѣ однополюсныя машины, если, напримѣръ, обѣ онѣ получаютъ вращеніе отъ одного двигателя, съ которымъ ихъ можно соединить ремнемъ или непосредственно, и не будетъ никакого серьезнаго усложненія, если заставить дѣйствовать послѣдовательно четыре машины или даже больше. Первоначальная стоимость и необходимый уходъ при четырехъ однополюсныхъ машинахъ были бы вѣроятно гораздо меньше, чѣмъ при одной обыкновенной машинѣ постоянного тока.

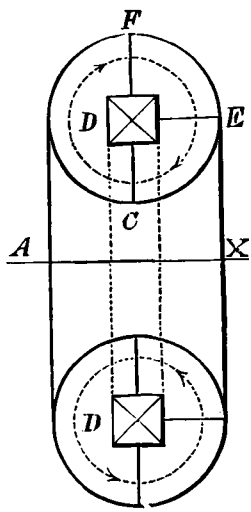
Очень удобный способъ для увеличенія напряженія динамомашинъ заключался бы въ заряданіи нѣсколькихъ батарей аккумуляторовъ посредствомъ машины низкаго напряженія, напримѣръ, въ 10 или 20 вольтовъ. Послѣ заряданія эти батареи можно было бы соединять послѣдовательно для полученія какой угодно желаемой электровозбудительной силы, напримѣръ въ 115 или 230 вольтъ, и онѣ доставляли бы дѣйствительно работающій токъ. Заряданіе можно было бы производить въ тѣ часы, когда тока не требуется, или можно было бы пользоваться двумя батареями попеременно, чтобы имѣть непрерывное снабженіе токомъ. Такимъ путемъ можно было бы достигъ двухъ преимуществъ: во-первыхъ, воспользоваться дешевизной и простотой однополюсной динамомашинъ и, во-вторыхъ, достигъ равномерности нагрузки, съ какой могли бы работать динамомашинъ и ея двигатель.

Практическое проектированіе машинъ.—Придумывая особые формы однополюсныхъ машинъ, не трудно получить различныя сложныя комбинаціи, но въ простой и, вѣроятно, единственной практической формѣ мы получаемъ ординарный прямой проводникъ, который одинъ разъ за оборотъ пересѣкаетъ всѣ линіи магнитнаго поля. Въ случаѣ дисковой машины, всякій радиусъ диска можно разсматривать, какъ образующій проводникъ, а въ случаѣ трубообразной машины—имъ будетъ всякій элементъ цилиндра.

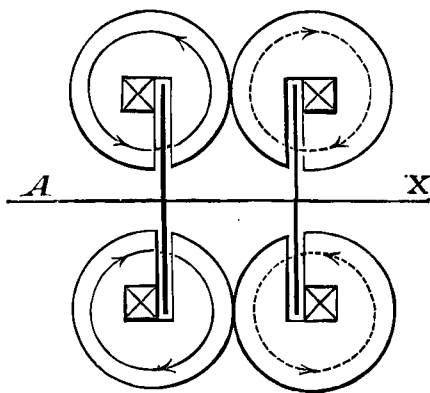
Теперь хорошо извѣстна теорія магнитной цѣпи и повѣйшая практика проектированія динамомашинъ и двигателей вынозитъ оцѣнку преимуществъ, какія получаютъ отъ подбора наименьшаго отношенія между длиной магнитной цѣпи и ея поперечнымъ сѣченіемъ. Въ однополюсной динамомашинѣ это уменьшеніе сопротивления магнитной цѣпи можно вести дальше, чѣмъ въ машинахъ какого нибудь другого типа, потому что развитіе электровозбудительной силы непрерывнымъ пересѣканіемъ линій силы даетъ возможность употреблять такую форму магнитной цѣпи, которая соединяетъ въ высшей степени преимущества минимальной длины съ мак-

сигнальным поперечным сечением. Эта форма магнитной цепи—круглое кольцо, потому что, если окружить круглую катушку *DD* проволокой, несущей ток, двумя кольцами с полукруглыми поперечным сечением, как показано на фиг. 8, то образуем замкнутую магнитную цепь с наибольшей индукцией при наименьшем намагничивании. Разрѣжем эту цепь вдоль какого нибудь радиуса кругового поперечного сечения, и тогда получится такое магнитное поле, что, если индукторъ будетъ вращаться около лини *AX*, какъ оси, то въ результатъ будетъ непрерывное пересѣчение лини силы, которое потребуетъ только, чтобы подлежащие коллекторы образовали замкнутую электрическую цепь для получения тока электричества. Магнитная цепь указана пунктирными кругами со стрѣлками.

Однако магнитную цепь можно пересѣкать только въ двухъ направлѣнiяхъ для образования поля, пригоднаго для практическаго примѣненiя. Одно изъ нихъ—вдоль радиуса *CD*, и въ этомъ случаѣ индукторъ будетъ вращаться въ плоскости, перпендикулярной къ оси; другое—вдоль радиуса *ED*, и въ этомъ случаѣ индукторъ будетъ двигаться по выпуклой поверхности цилиндра, ось котораго—ось вращенiя. Въ первомъ случаѣ якорь динамомашинны будетъ дискъ, а во второмъ—цилиндръ. Въ обоихъ случаяхъ для собиранiя тока при-



Фиг. 8.

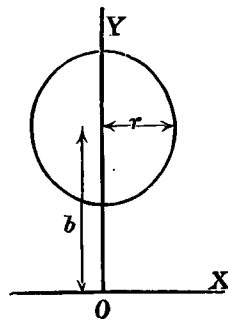


Фиг. 9.

лось бы устроить одну группу коллекторовъ въ серединѣ кромки якоря, а другую—на оси, пользуясь такимъ образомъ валомъ, какъ частью цепи. Относительныя преимущества и неудобства этихъ двухъ формъ якоря зависятъ отъ обстоятельствъ въ каждомъ данномъ случаѣ.

Во многихъ случаяхъ ординарная магнитная цепь, показанная на фиг. 8, будетъ не наилучшей для пракческаго примѣненiя, такъ какъ пришлось бы дѣлать диаметръ кольца больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, если расположить два кольца рядомъ, какъ показано на фиг. 9 (и фиг. 13); ибо въ этомъ типѣ динамомашинны мы должны разсчитывать главнымъ образомъ на величину полной магнитной индукции и на скорость вращенiя въ отношенiи развитiя электродвижущей силы, а повышать напряженiе, увеличивая число индукторовъ, оказывается, повидимому, непрактичнымъ.

Другимъ важнымъ предметомъ соображенiя является объемъ кольца. Очевидно, можно получить любую требуемую полюсную поверхность, оставляя постояннымъ среднiй диаметръ кольца (*XE* на фиг. 7), и измѣняя радиусъ кругового поперечнаго сечения между нѣкоторыми предѣлами, — или же оставляя этотъ радиусъ постояннымъ и измѣняя среднiй диаметръ всего кольца. Очевидно также, что при всякой требуемой полюсной поверхности всякое уменьшенiе въ среднемъ диаметрѣ кольца требуетъ соответствующаго увеличенiя радиуса кругового поперечнаго сечения и обратно. Положимъ (фиг. 10), что кругъ радиуса *r*, центръ котораго находится на разстоянiи *b* отъ оси *X*, вращается около этой оси, описывая нѣкоторый объемъ вращенiя. Этотъ объемъ образуетъ магнитъ поля и заключаетъ въ себѣ, такъ сказать, почти весь вѣсь и большую часть стоимости машинны. Этотъ кольцевой объемъ можно опредѣлить по способу центровъ тяжести, согласно съ которыми объемъ вращенiя равенъ производящей площади, умноженной на кругъ, описываемый ея центромъ тяжести. Отсюда объемъ



Фиг. 10.

$$V = 2\pi^2 r^2 \dots \dots \dots (1)$$

Множители *r* и *b* должны быть опредѣленной величины для развитiя требуемой электродвижущей силы,— послѣдняя обыкновенно и представляетъ собою то данное, по которому и для котораго проектируется динамомашинна. Величины *r* и *b* находятъ слѣдующимъ образомъ:—

- Пусть *E* — требуемая электродвижущая сила, выраженная въ вольтахъ;
- n* — число оборотовъ въ минуту;
- B* — число магнитныхъ линiй на квадратный сантиметръ;
- A* — число квадратныхъ сантиметровъ полюсной поверхности;
- r* — радиусъ кругового поперечнаго сечения кольца въ сантиметрахъ.

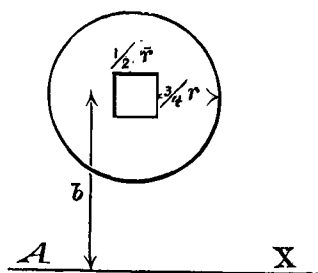
Такъ какъ оба кольца обмотаны такимъ образомъ, что электродвижущая сила, обусловливаемая полемъ одного, складывается съ электродвижущей силой другого, то каждое кольцо надо проектировать такъ, чтобы обезпечить достаточно линiй для развитiя всего $\frac{E}{2}$ вольтовъ. Для этого потребуется, чтобы пересѣкалось $10 \frac{E}{2} \times 10^8$ линiй въ секунду или $10 \frac{E}{2} \times 10^8 : \frac{n}{60}$ линiй за оборотъ. Отсюда число квадратныхъ сантиметровъ полюсной поверхности должно быть

$$A = \frac{30 E \cdot 10^8}{n B} \dots \dots \dots (2)$$

Какъ показано на фиг. 9, сердечникомъ кольца пользуются для помѣщенiя намагничивающей обмотки; для простоты устройства мы сдѣлаемъ ее поперечное сечение квадратнымъ. Илелательно дѣлать размеры этого квадрата возможно малыми, потому что всякое увеличенiе въ длинѣ его стороны увеличиваетъ на столько же диаметръ кругового поперечнаго сечения, и тѣмъ самымъ очень сильно увеличиваетъ объемъ, который пропорционаленъ квадрату этого диаметра. Но этотъ квадратъ нельзя уменьшать на практикѣ до безконечности, потому что слѣдуетъ избѣгать слишкомъ большого концентрированiя лини силы непосредственно около обмотки, и нужно оставлять достаточно пространства для обезпеченiя хорошаго возбужденiя. Половина радиуса, повидимому, будетъ надлежащей вели-

чиной для стороны этого квадрата. Обратясь къ фиг. 11, получимъ полюсную поверхность

$$A = 2\pi b \cdot \frac{3}{4} r \dots \dots \dots (3)$$



Фиг. 11.

Но изъ уравненія (2) мы видимъ, что намъ нужна поверхность, равная $\frac{30 E \times 10^8}{nB}$, откуда, приравнивая это предыдущему значенію A , получаемъ

$$2\pi b \cdot \frac{3}{4} r = \frac{30 E \cdot 10^8}{nB}$$

Отношеніе между b и r , которое повидимому лучше всего удовлетворяетъ условіямъ хорошаго проектированія, будетъ $b = 2,5 r$. Подставивъ это въ предыдущее уравненіе и проектируя такъ, чтобы $2b$ равнялось наружному диаметру D якоря, получимъ

$$D = 10^5 \sqrt{\frac{2E}{\pi n B}} \dots \dots \dots (4)$$

откуда видимъ, что размѣры машины прямо пропорціональны квадратному корню изъ требуемой электровозбудительной силы и обратно пропорціональны квадратнымъ корнямъ изъ скорости и магнитной индукціи. Далѣе надо замѣтить, что, такъ какъ для машинъ, токъ которыхъ измѣняется въ широкихъ предѣлахъ, B почти постоянно, то самымъ важнымъ отношеніемъ въ уравненіи (4) будетъ $\frac{E}{n}$. Впрочемъ, при проектированіи машины для опредѣленнаго напряженія, E постоянно, а потому произвольнымъ количествомъ бываетъ только n , такъ что вся задача заключается въ опредѣленіи величинъ D и n , обеспечивающихъ наилучшій проектъ.

Пусть v — скорость по окружности въ сантиметрахъ въ секунду; тогда

$$v = \frac{\pi n D}{60},$$

откуда

$$Dn = \frac{60 v}{\pi} \dots \dots \dots (5)$$

Подставляя въ это уравненіе величину D изъ уравненія (4), получимъ

$$n = 0,000.000.0573 \frac{v^2 B}{E} \dots \dots \dots (6)$$

$$D = \frac{10^5}{3} \cdot \frac{E}{vB} \dots \dots \dots (7)$$

откуда можно прямо опредѣлить величины D и n для какихъ угодно назначенныхъ заранее величинъ E , B и v .

Наибольшая скорость въ метрахъ въ секунду, какую можно выдерживать безопасно ободъ махового колеса, даетъ формула:

$$v = 2,4 \sqrt{t},$$

гдѣ t — безопасное натяженіе металла въ кгр. на квадратный сантиметръ. Если индукторъ изъ желѣза или стали, для которыхъ $t = 630$, то получимъ $v = 60$, а если изъ чугуна, для котораго $t = 315$, то получимъ приблизительно $v = 43$. Гораздо болѣе высокая проницаемость литой стали въ сравненіи съ чугуномъ и сравнительно небольшая разниця въ цѣнѣ дѣлаютъ первую самымъ

экономичнымъ металломъ и потому мы будемъ принимать, что индукторъ сдѣлать изъ желѣза или изъ литой или кованой стали. Поэтому, взявъ $v = 6000$ въ уравненіе (5), найдемъ, что наибольшая величина, какой можетъ достигъ произведеніе Dn , будетъ

$$Dn = 114650.$$

$$n = 2,0628 \frac{B}{E} \dots \dots \dots (8)$$

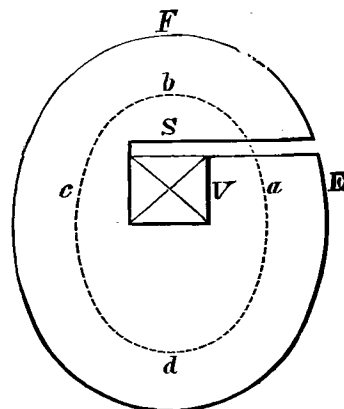
и

$$D = \frac{10^6}{6} \frac{E}{B} \dots \dots \dots (9)$$

Если сдѣлать якорь изъ кованной стали, то можно было бы принимать t равнымъ 1260, такъ какъ якорь находится въ замкнутомъ пространствѣ и не можетъ причинить никакого вреда, если даже разорвется. Въ этомъ случаѣ $v = 85$.

Теперь надо вывести формулу для числа амперъ-оборотовъ, какое требуется для развитія необходимаго возбужденія. Въ видѣ перваго приближенія, чтобы опредѣлить общія условія, примемъ поперечное сѣченіе кольца за кругое. На практикѣ эту форму сѣченія приходится измѣнять, такъ какъ, обратясь къ фиг. 8, увидимъ, что для полученія въ DC и DF такой же площади сѣченія, перпендикулярнаго направленіямъ линій силы, какъ и въ DE , надо круговое сѣченіе вытянуть въ сторону къ оси и сжать въ сторону отъ оси.

Въ виду уменьшенія поперечнаго сѣченія, обусловливаемаго воздушнымъ промежуткомъ и отверстіями для щетокъ, оказывается необходимымъ сохранять у наружной части кольца полукруглое поперечное сѣченіе и въ концѣ концовъ оно принимаетъ форму, показанную на фиг. 12.



Фиг. 12.

Поэтому средняя длина магнитной цѣпи равна длинѣ полуокруга abc плюсъ длина кривой adc . Принявъ, что воздушный промежутокъ равенъ $0,06 \sqrt{D}$, мы получимъ данную для опредѣленія требуемыхъ амперъ-оборотовъ.

Количество тока, какое можетъ производить динамомашина, опредѣляется проводящей способностью якоря и щетокъ. Такъ какъ толщину индуктора можно принять равной $0,2 \sqrt{D}$, то для поперечнаго сѣченія якоря, проводящаго токъ, получимъ

$$0,2\pi \sqrt{D^3} \text{ кв. см.}$$

Такъ какъ желѣзо или сталь способны проводить по крайней мѣрѣ 30 амперовъ на кв. см., то способность якоря проводить токъ будетъ

$$J = 6\pi \sqrt{D^3},$$

что при E вольтмахъ даетъ работоспособность машины въ уаттахъ

$$W = 6\pi E \sqrt{D^3}.$$

Чтобы показать применимость этих формул к двум совершенно различным классам машин, положим, требуется:

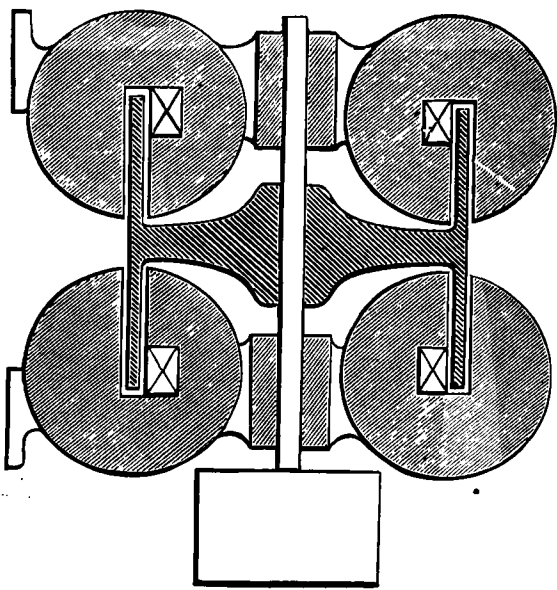
1) Проектировать приводимую в движение ремнем динамомашину, развивающую 10 вольт при 1.200 оборотах в минуту, для электрометаллургических целей. Для электромашин и якорь из литой стали и принимаемая индукция B в 14.000 линий на кв. см., получим из уравнения (4) диаметр якоря.

$$D = 61,67 \text{ см.}$$

2) Проектировать непосредственно соединяемую с двигателем динамо-машину, развивающую 130 вольт при 200 оборотах в минуту, для освещения и передачи энергии. По прежнему получим

$$D = 544,58 \text{ см.}$$

Эти цифры показывают возможность проектировать однополюсные динамомашины каких угодно размеров и практическое затруднение заключается в проектировании не динамомашин, а парового двигателя. Две машины, подобные последней и сообщенные с концами вала 100.000-сильного двигателя, доставляли бы больше тока, чем требуется теперь в двух каких угодно городах всего света. Не представляет неудобства и большая сила тока, так как мы уже указывали, какой огромной электропроводностью обладает одна из этих машин, и притом же нет никакой надобности заставлять их развивать ток максимальной силы. Если даже уменьшить ток до одной сотой его предельной величины и взять 1.000-сильный двигатель для вращения динамомашин, то потеря, обуславливаемая сопротивлением якоря, составит всего 4 или 5%.



Фиг. 13.

Впрочем, более экономичным путем доставление тока для освещения и передачи энергии будет проектировать однополюсные динамомашины меньшей электропроводности и более низкого напряжения и затем соединять в ряд на одном и том же валу столько машин, сколько требуется для развития назначенной электродвижущей силы. Например, можно развивать 130 вольт, соединяя последовательно на одном и том же валу, вращаемом ремнем, две динамомашин, каждая из которых доставляет 65 вольт при 800 оборотах в минуту.

Размеры будут таковы:

$$D = 192,56 \text{ см.}$$

Если приводить в действие эту комбинацию при 0,1 ее наибольшей работоспособности посредством двигателя в 1.250 л.с., сил, то все-таки получили бы очень высокое полезное действие.

Способы собирания тока.— Наилучший способ производства электрического соединения с вращающимся якорем представляет очень важное, но несколько затруднительное дело. Пробовали и предлагали очень много приспособлений. Главным из них являются щетки из медной ткани или угля и ртутные контакты, прилегающие к кромкам диска или трубы. Применились также полосы или полосы, сдвинутые из гибкой листовой меди или медного проволоочного кабеля. Одно из применений этого последнего приспособления состоит в соединении двух якорей таким образом, вследствие чего электродвижущая сила двух машин складывается; в случае надобности, механическую энергию для вращения одной или обеих машин можно передавать одним и тем же ремнем. Повидимому, нет никакого особого затруднения применить щетки к однополюсным машинам; в самом деле, для данного тока это было бы гораздо более простой задачей, чем при машин постоянного тока с коллектором, так как у первой для щеток будет сплошная и ровная поверхность прилегания вместо несколько неровной поверхности из меди и слюды, какая бывает у коллектора. Даже при очень большой скорости, но при совершенно ровной поверхности и при употреблении слегка прижимающихся щеток, состоящих из уголь или отчасти из графита или какого-нибудь фрикционного металла, который можно было бы даже смазывать, повидимому можно было бы собирать ток, достаточный почти для каких угодно установок освещения или передачи энергии. Если слишком большое трение, обуславливаемое очень высокой скоростью, не позволяет употреблять щетки, то можно устроить так, чтобы кромка трубы или диска выгнана в ртутном желобке, образуя хороший электрический контакт при очень малом трении. Впрочем, в этом случае надо заботиться об устранении выбрасывания ртути центробежной силой, устранив кольцевой щит около всей кромки трубы или диска. Другим приспособлением могли бы быть шаровые подшипники около вала или около окружности диска или цилиндра. Они могли бы исполнять свое обыкновенное механическое назначение и в то же время служить для собирания тока.

Способ привода в движение.— Для соединения однополюсной динамомашины с источником энергии можно пользоваться различными механическими и приспособлениями. Самое простое было бы соединять машину с двигателем посредством обыкновенного кожаного ремня, вводя передаточный вал или обходясь без него. Таким путем легко можно получать большую скорость, если это желательно; это вполне возможно, так как сплошной стальной диск или труба способны выдерживать скорость вращения, гораздо большую, чем составной якорь обыкновенной употребляемой теперь формы. Сплошной стальной якорь вращаться может безопасно со скоростью, в два или четыре раза большей, чем обыкновенный якорь того же диаметра.

Если динамомашина соединяется с двигателем непосредственно, то скорость последнего и диаметр якоря можно соразмерить самым экономическим способом, чтобы получить какое угодно назначенное напряжение, прикладывая предыдущие уравнения.

Повидимому представляет большие преимущества паровая турбина, работающая при 10.000 или 20.000 оборотах в минуту, соединяемая непосредственно с однополюсной динамомашиной. Эти две машины представляются замечательно пригодными одна для другой, так как очень большая скорость турбины вознаграждается тем фактом, что имеется только один индуктор. Эта комбинация вполне устраняет необходимость уменьшать скорость двигателя приводом, как это делалось раньше.

лаютъ въ случаѣ турбины Лавала, или подвергаться риску, какой соединяется съ вращеніемъ обмотаннаго проволокой якоря и составного коллектора со скоростью 10.000 оборотовъ въ минуту или больше, какъ это дѣлается при турбинѣ Парсонса

Преимущества однополюсныхъ динамомашиинъ и двигателей. — Самое важное преимущество однополюсной динамомашинны заключается въ ея крайней простотѣ. Ея якорь состоитъ только изъ сплошного стального диска или цилиндра, прочно закрученныхъ на валѣ. Намъ надо только сравнить это устройство съ устройствомъ обыкновеннаго якоря, состоящаго изъ сотенъ кусковъ листового желѣза, скрѣпленныхъ вмѣстѣ болтами или другимъ способомъ, образующихъ сердечникъ якоря и обмотанныхъ большимъ числомъ оборотовъ мѣдной проволоки или полосъ, которые приходится изолировать одинъ отъ другого и которые не очень прочно держатся на мѣстѣ. Въ добавокъ къ этому у насъ имѣется коллекторъ, состоящій изъ 50 или больше мѣдныхъ секцій, отдѣленныхъ одна отъ другой полосками слюды и скрѣпленныхъ гайками и т. п. Увеличиваютъ также сложность электрическаго соединенія между якоремъ и коллекторомъ. Вообще трудно было бы найти два какихъ нибудь механизма съ большимъ контрастомъ простоты и сложности. Устройство электромагнитовъ и остальной машинны также очень просто.

Важной особенностью этого типа машинъ и его большимъ преимуществомъ слѣдуетъ признать отсутствіе коллектора, хотя объ этомъ уже упоминалось, когда шла рѣчь о простотѣ устройства.

Почти безконечно малое сопротивление якоря этихъ машинъ составляетъ безусловное преимущество, такъ какъ не только отъ этого повышается полезное дѣйствіе и уменьшается нагреваніе, но является возможность точно регулировать машину, независимо отъ того, представляетъ ли она собою генераторъ или двигатель.

Согласно со всѣми принятыми теоріями, въ этихъ машинахъ нѣтъ гистерезиса, такъ какъ и якорь и электромагниты всегда намагничиваются въ одномъ и томъ же направленіи и съ одной и той же силой. Пересѣканіе линій силъ могло бы обусловливать нѣкоторое молекулярное треніе, но оно будетъ вѣроятно незначительно. Но тѣмъ же причинамъ не будетъ токовъ Фуко, такъ какъ электродвижущая сила, развивающаяся въ одномъ элементѣ якоря, будетъ точно равна электродвижущей силѣ, развивающейся въ другомъ элементѣ, и не можетъ явиться никакого стремленія для развитія токовъ Фуко. Такая совершенная равномерность магнитнаго поля обеспечивается совершенной симметричностью устройства и совершенной одинаковостью воздушнаго промежутка во всѣхъ точкахъ.

Нѣсколько сомнителенъ вопросъ относительно реакціи якоря, такъ какъ нѣкоторые утверждаютъ, что она довольно значительна, но по мнѣнію авторовъ она весьма мала и очевидно не больше, чѣмъ въ машинахъ другихъ типовъ. Якорь состоитъ только изъ одного оборота и слѣдовательно наибольшее намагничивающее дѣйствіе якоря въ амперъ-оборотахъ численно равно силѣ тока въ немъ, а такъ какъ число амперъ-оборотовъ у электромагнитовъ будетъ гораздо больше, то реакція якоря не можетъ быть большой. Интересно рассмотреть, какимъ образомъ можетъ происходить реакція якоря въ такой машинѣ. Вѣроятно отъ ея вліянія искривляются и слегка удлиняются линіи силъ, такъ что онѣ не проходятъ перпендикулярно отъ одной полюсной поверхности къ другой въ воздушномъ промежуткѣ и идутъ по спиральному пути въ желѣзѣ, такъ какъ токъ поля стремится вызвать линіи силъ въ плоскостяхъ, проходящихъ чрезъ ось, токъ же якоря дѣйствуетъ подъ прямымъ угломъ, а вмѣстѣ они даютъ падающую равнодѣйствующую. Конечно не можетъ быть никакихъ измѣненій въ распредѣленіи магнетизма отъ вліянія реакціи якоря, представляющихъ дѣйствительно вредное дѣйствіе, производимое имъ въ современныхъ типахъ машинъ, и въ однополюсныхъ машинахъ нѣтъ ни обратныхъ амперовъ-оборотовъ, ни магнитной утечки

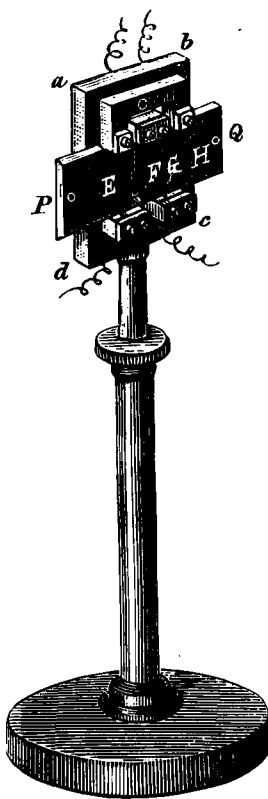
Въ заключеніе можно сказать, что однополюсные

машины почти неспособны портиться, такъ какъ онѣ столь просты и столь прочны, что вѣроятно не могутъ повреждаться механически; съ другой стороны почти невозможно представить себѣ, чтобы онѣ могли согнуться или повредиться какъ нибудь иначе электрически, такъ какъ двигатель застопорится огромнымъ токомъ равше, чѣмъ можетъ расплавиться отъ него якорь. Машина, обладающая всѣми такими важными преимуществами, очевидно должна занимать извѣстное положеніе въ электротехникѣ, тогда какъ теперь она въ ней почти отсутствуетъ.

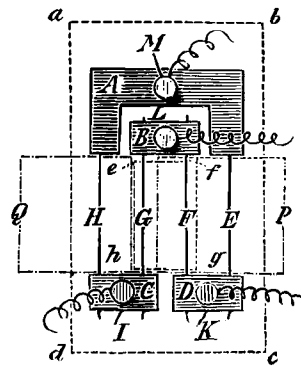
Р Б З О Р Ъ.

Болометръ Эдельмана для изслѣдованія тепловыхъ спектровъ. — Д-ръ Эдельманъ, занимающій вмѣстѣ съ д-ромъ Лангомъ изслѣдованіемъ темныхъ линій въ тепловыхъ спектрахъ, пользовался болометромъ съ тонкими натянутыми желѣзными проволоками и нашелъ, что этотъ приборъ, въ соединеніи съ очень чувствительнымъ микрогальванометромъ Розенталя представляетъ собою измѣрительный приборъ высокой чувствительности.

Устройство прибора весьма несложно. Между латунными планками *A, B, C* и *D* (фиг. 14 и 15), привинченными къ эбонитовой рамкѣ *abcd*, натянуты четыре тонкія желѣзные зачерненные проволоки *E, F, G* и *H*, образующія четыре плеча мостика Витстона. Токъ вводится въ этотъ мостикъ чрезъ зажимы *I* и *K*, а между зажимами *L* и *M* вводится гальванометръ. У проволоки *E* сопротивление нѣсколько больше, чѣмъ у другихъ, и параллельно ей между зажимами *K* и *M* вводится рео-



Фиг. 14.



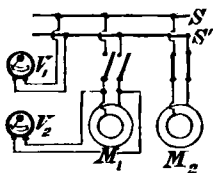
Фиг. 15.

стать для приведенія стрѣлки гальванометра къ нулю. Двѣ дощечки *P* и *Q* обращаютъ широкую вырѣзку *efgh* въ эбонитовой рамкѣ въ узкую щель передъ одной изъ проволокъ *F* или *G*. Проволоки покрыты тонкимъ слоемъ черной краски.

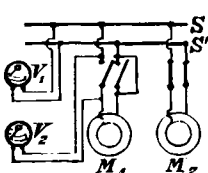
Сопротивленіе каждой проволоки, какъ и микрогальванометра, равно 0,1 ома. При этихъ условіяхъ разница въ температурахъ проволокъ *F* и *G* въ 0,0001° Ц. при 2 м. разстояніи между шкалой со зрительной трубкой и гальванометромъ даетъ отклоненіе около 20 мм. при тогѣ въ 0,25 ампера въ главной цѣпи.

(Elektr. Zeitschr.).

Способъ Мюллера для параллельнаго соединенія динамомашинъ переменнаго тока. — Известный электротехникъ Мюллеръ описываетъ въ *Elektrot. Zeitschrift* слѣдующій простой способъ для параллельнаго соединенія динамомашинъ переменнаго тока при посредствѣ одного вольтметра. На фиг. 16 и 17 даны схемы соединеній для согласованія двухъ машинъ M_1 и M_2 относительно напряженія и

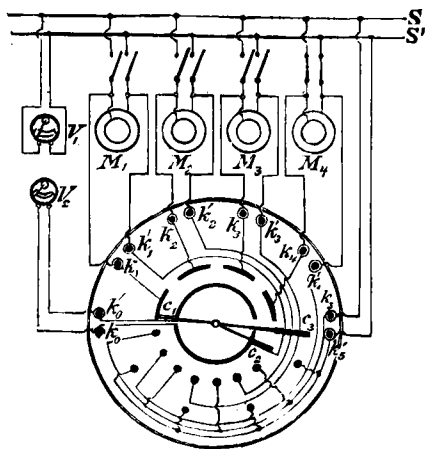


Фиг. 16.

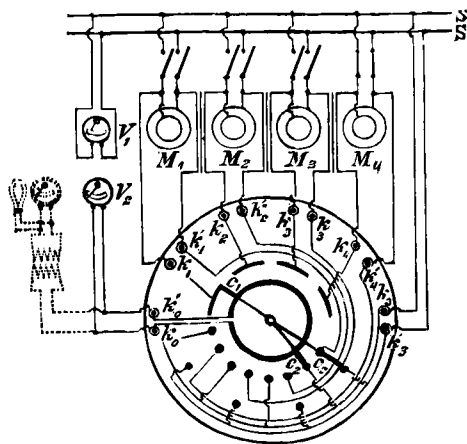


Фиг. 17.

фазы, а на фиг. 18 и 19 показаны схематически служащій для обоихъ операций коммутаторъ въ двухъ положеніяхъ. На фиг. 16 оба вольтметра соединены обыкновеннымъ способомъ: одинъ V_1 съ работающей уже машиной M_1 и другой V_2 съ вновь включаемой въ цѣпь машиной, а на фиг. 17 показано особое соединеніе вольтметра V_2 для согласованія фазъ двухъ машинъ, — при одинаковости



Фиг. 18.



Фиг. 19.

фазъ токи чрезъ него проходить не будутъ. Переходя отъ однихъ соединеній (фиг. 16) къ другимъ (фиг. 17), надо

предварительно прерывать первый для устраненія замыканія короткой вѣтвью. Для этой цѣли всѣ соединенія производятся однимъ общимъ коммутаторомъ.

По контактамъ k на фиг. 18 и 19 скользятъ три соединенныхъ между собою механически, но изолированныхъ электрически, пружинныхъ рычаговъ c_1 , c_2 и c_3 . При ихъ передвиженіи по часовымъ стрѣлкамъ, вольтметръ V_1 соединяется сначала, какъ обыкновенный вольтметръ, съ машиной M_1 ; при слѣдующемъ положеніи онъ играетъ роль указателя фазъ у той же машины, далѣе дѣлается вольтметромъ для машины M_2 , затѣмъ указателемъ фазъ у нея и т. д. На фиг. 18 коммутаторъ поставленъ такъ, что вольтметръ V_2 показываетъ напряженіе машины M_2 , а на фиг. 19 онъ служитъ указателемъ фазъ у той же машины.

При примѣненіи обыкновеннаго (не статическаго) вольтметра параллельно съ нимъ можно вводить лампу накалыванія (фиг. 19).

Подобные приборы (комбинаціи вольтметра и коммутатора) выдѣляются фирмой Шуккерта и получили уже примѣненіе на электрическихъ станціяхъ.

Самая огромная машина Гольца. — Нью-Йоркская фирма Waite & Bartlett устроила недавно машину съ inductionъ Гольца, которая, какъ говорятъ, превосходитъ по размерамъ всѣ существующія машины. Она помѣщается въ футляръ въ $2\frac{1}{2}$ м. высотой, 2 м. длиной и 1 м. шириной. Имѣется шесть вращающихся дисковъ, каждый въ 1,14 м. діаметромъ и 8 мм. толщиной; неподвижныя пластины въ 1,8 м. длиной. Вращающіеся диски насажены на стальную ось въ 5 м. діаметромъ, вращаемую двигателемъ въ $\frac{1}{4}$ лощ. силы. Полюсныя части въ 0,64 м. длиной. Отъ машины можно получать искры въ 53 см. длиной.

Эта машина заказана одной больницей въ штатѣ Минчиганъ; устроитъ трансформаторъ особой формы для ослабленія ея дѣйствій, когда это необходимо, чтобы ею можно было пользоваться и на самыхъ слабыхъ пациентахъ. (The Electr. Engineer.)

БИБЛІОГРАФІЯ.

Курсъ Электричества (читанный въ *Электротехническомъ Институтѣ Монтефиоре при Университетѣ въ Лотингѣ*) Эрика Жерара, директора *Электротехническаго Института*; съ третьимъ французскаго изданія (исправленнаго и дополненаго). *Переводъ М. А. Шателена. Подъ редакціей А. И. Садовскаго.* Рекомендовано для фундаментальныхъ библиотекъ мужскихъ и женскихъ среднихъ учебныхъ заведеній и для библиотекъ учительскихъ институтовъ С.-Петербурга, 1893, изданіе Ф. В. Щепанскаго, въ двухъ томахъ. Цѣна 8 рублей.

Этотъ превосходный трудъ представляетъ, по нашему мнѣнію, въ высшей степени цѣнный вкладъ въ электротехническую литературу и заслуживаетъ самаго широкаго распространенія по своей систематичности, отчетливости, толковой полнотѣ и популярности: онъ предполагаетъ въ читателѣ лишь самыя элементарныя свѣдѣнія изъ высшей математики. Хотя, впрочемъ, мы иногда присоединяемся къ мнѣнію А. И. Садовскаго, который предупреждаетъ въ своемъ предисловіи читателя, что чтеніе *теоретической* части будетъ „нѣсколько затруднительно, благодаря крайней сжатости изложенія“. Но это недостатокъ, хотя и досадный, однако, далеко не парализующій многочисленныхъ и выдающихся достоинствъ труда г. Жерара. Онъ представляетъ одинъ изъ самыхъ полныхъ курсовъ электротехники, которые намъ когда-либо приходилось видѣть. Почти всѣ главнѣйшія отрасли этой техники прекрасно и съ полнымъ знаніемъ дѣла изложены въ разбираемомъ сочиненіи. Въ немъ говорится объ источникахъ электрическаго тока, причемъ, само собой разумѣется, главное вниманіе посвящено динамомашинамъ, — объ аккумуляторахъ, трансформаторахъ, электродвига-

телях, о распределении и канализации электрической энергии, об электрической тяге трамваев, о телеграфах, телефонии, электрическом освещении, электрометаллургии... Гальваноэлектрический автор, впрочем, по обыкновению большинства составителей курсов электротехники, уделил всего несколько страниц. Кроме того, можно пожалеть о том, что автор совершенно обходит молчанием пожарные телеграфы, применение электричества к регистрирующим приборам, электрическое „распределение часа“. Мы бы желали также видеть в прекрасной статье об электрической тяге — довольно подробно разбирающей этот жгучий злободневный вопрос — немного больше места посвященного *температуре* (см. стр. 288), причем отмѣтимъ кстати, что этот терминъ, получившій, однако, право гражданства, не упоминается авторомъ вовсе. Упоминаемъ также, что, какъ оговаривается и самъ авторъ, электрическимъ измѣреніямъ посвящено гораздо меньше вниманія, чѣмъ бы нужно; это объясняется тѣмъ, что они составляютъ въ электротехническомъ институтѣ Монтефиоре „предметъ спеціального, серьезнаго курса“.

Отмѣтимъ кое какія недостатки, погрѣшности и ошибки, встрѣчающіяся преимущественно въ теоретической части книги: въ ней замѣтно нѣкоторое стремление отождествлять „абсолютную систему единицъ“ съ системой *C. G. S.*, тогда какъ система *C. G. S.* есть лишь одна изъ безчисленнаго множества возможныхъ абсолютныхъ системъ. Далѣе, авторъ самымъ рѣшительнымъ образомъ придерживается мнѣнія Максвелла, будто явленіе Пельтье даетъ истинную мѣру для возбуждательной силы контакта двухъ металловъ, и утверждаетъ, исходя изъ этого воззрѣнія, что количество тепла, выдѣляемое вслѣдствіе явленія Пельтье въ каждую секунду въ мѣстѣ контакта двухъ металловъ, въ джоуляхъ, равно произведенію *ie*, гдѣ *i* сила тока въ амперахъ, а *e* *электровозбудительная сила контакта* въ вольтахъ. Между тѣмъ, такое воззрѣніе не смотря на весь авторитетъ Максвелла и не только его одного, но и многихъ другихъ знаменитыхъ ученыхъ, должно все-же въ настоящее время считаться *вполнѣ опровергнутымъ*, благодаря трудамъ Клаузиуса (см. его *Die Mechanische Wärmetheorie*); а еще ярче, быть можетъ, неосновательность этого воззрѣнія выступаетъ въ классическомъ трудѣ проф. Дж. Томсона „*Applications of Dynamics to Physics and Chemistry*“. Далѣе, утверждение, что эл. возбуждательная сила всякаго термоэлектрическаго элемента есть нѣкоторая функція отъ двухъ количествъ: разности температуръ обоихъ спаевъ и суммъ этихъ температуръ (см. стр. 359), хотя и допустимъ въ видѣ перваго приближенія къ истинѣ, но никакъ не въ видѣ настоящаго закона природы. То же самое можно сказать и про „*Законъ Тэма*“, (см. стр. 362). Можно еще пожалѣть, что авторъ ни однимъ словомъ не упоминаетъ о классической работѣ лорда Рэлея, посвященной вопросу объ отдачѣ термоэлектрическихъ батарей, котораго авторъ касается на стр. 369 и 370 перваго тома.

Далѣе, въ основаніи различныхъ расчетовъ электро-возбудительныхъ силъ гальваническихъ элементовъ и поляризаціонныхъ ваннъ авторъ кладетъ — хотя и съ нѣкоторой, какъ бы опаской — такъ называемый „*Законъ Томсона*“, приводящій данную эл. возбуждательную силу въ зависимость *единственно* отъ тепла реакціи. Тогда какъ въ настоящее время едва ли позволительно руководствоваться „*Закономъ Томсона*“ хотя бы даже только, какъ первымъ приближеніемъ — не смотря на весь авторитетъ его гениальнаго творца (лорда Кельвина); какъ это доказали, и теоретическія работы фонъ-Гельмгольца (о которыхъ авторъ говоритъ) и Диббеса, а также извѣстные опыты Яна (о которыхъ авторъ не упоминаетъ). Позволимъ себѣ еще прибавить, что существовать даже гальваническіе элементы, въ которыхъ по „*Закоу Томсона*“ эл. возбуждательная сила должна быть равна нулю, а *правильныя* теоретическия изслѣдованія и *вполнѣ согласныя* съ ними и качественно и количественно опыты, дающія для этой электро-возбудительной силы конечную величину. И наоборотъ, для нѣкоторыхъ элементовъ „*Законъ Томсона*“, даетъ электро-возбудительную силу конечную, а *правильный* ана-

лизъ и *опытъ* — нулевую. Какъ результатъ такого ошибочнаго воззрѣнія автора на процессы превращенія энергии, имѣющие мѣсто въ электро-химическихъ явленіяхъ, должно отмѣтить и слѣдующія строки на стр. 399 (1-ый томъ): Нѣкоторые физики думаютъ, что химическая энергія, какъ и тепловая, не можетъ быть вся превращена въ электрическую или механическую. Реакціи развиваютъ только часть *свободной энергии*, могущей быть, по желанію, превращенной въ электрическую или механическую работу, остатокъ же энергіи реакціи необходимо долженъ явиться въ видѣ *теплоты*“. А между тѣмъ извѣстные гальваническіе элементы, въ которыхъ не только *вся* энергія, развиваемая реакціей *сплона*, переходитъ въ электрическую энергію (или, чтобы выразиться вполнѣ точно, въ энергію электрическаго тока), но *еще* вовлекается въ такое же превращеніе извѣстное количество тепла окружающихъ тѣлъ.

Жаль также, что, говоря о наилучшійшемъ группированіи элементовъ въ батареи (стр. 372 и слѣд.), авторъ не рассматривалъ, при какихъ условіяхъ во вѣншей цѣпи развивается наибольшій токъ и, значитъ, наибольшая мощность, въ томъ случаѣ, если эта вѣншняя цѣпь содержитъ, кромѣ сопротивленій еще контръ-эл. возбуждательныя силы; напр., отъ электродвигателей, поляризаціонныхъ и т. д.

Въ главѣ объ аккумуляторахъ, прекрасной, по нашему мнѣнію, очень коробитъ внимательнаго читателя слѣдующее мѣсто на стр. 430: „Айртонъ намелъ, что измѣненіе температуры электролита не соответствуетъ нагреванію токомъ, *что показываетъ существованіе въ элементѣ необратимыхъ реакцій* (?)“.

На стр. 54 говорится о стремленіи висмутоваго стержня помѣщаться въ магнитномъ полѣ перпендикулярно къ линіямъ силъ. Въ действительности же такое стремленіе не констатируется, напр., въ *равномерныхъ* поляхъ, а только въ *неравномерныхъ* съ извѣстнымъ, *особеннымъ* распределеніемъ силового потока. Въ равномерномъ же полѣ такое стремленіе, хотя действительно, математически говоря, существовало бы, по оно такъ ничтожно, что даже самые точные приборы не могли бы его констатировать, и ориентировка стержней различныхъ парамагнитныхъ и діамангнитныхъ тѣлъ, о которой говоритъ авторъ, наблюдаемая въ полѣ, напр., Фарадеева электромагнита, обуславливается, повторяемъ, только и единственно *неравномерностью* этого поля и притомъ *неравномерностью* особаго рода.

Далѣе нельзя не отмѣтить у автора нѣкотораго смѣшиванія понятій о магнитной силѣ и магнитной индукціи; какъ это отмѣчаетъ и самъ редакторъ, хотя и не намедшій возможнымъ исправить происходящія отсюда погрѣшности въ силу различныхъ соображеній, которыя мы не будемъ приводить здѣсь.

На стр. 109 мы отмѣтимъ мѣсто, не представляющее, если угодно, прямой ошибки, но могущее вызвать извѣстную сбивчивость понятій; авторъ, проводя аналогію между электростатическими и магнитными явленіями, уподобляетъ такъ называемое „электрическое перемѣщеніе“ — понятие, которое ввелъ Максвелъ — интен-сивности намагничиванія, а діэлектрическую постоянную — коэффициенту намагничиванія. Тогда какъ въ действительности, чтобы аналогія была сколько нибудь поддержана, нужно уподобить электрическое перемѣщеніе магнитной индукціи, и діэлектрическую постоянную — коэффициенту магнитной проницаемости (обозначаемому большей частью буквой μ).

Теорія электрофора на стр. 112 перваго тома изложена, по нашему мнѣнію, слабо и сбивчиво.

Выводъ различныхъ формулъ для магнитной цѣпи на стр. 186 и 187 перваго тома далеко не безупреченъ, такъ какъ въ немъ не приняты во вниманіе слои свободнаго магнетизма, появляющіеся на поверхностяхъ соприкосновенія тѣлъ съ различной магнитной проницаемостью.

Выводъ закона, по которому магнитный полюсъ дѣйствуетъ на элементъ тока, основанный на нѣвѣрномъ приложеніи закона, что „дѣйствіе равно противодѣйствію“ (см. стр. 144 1-го тома), мы считаемъ ошибочнымъ въ силу совершенно тѣхъ же соображеній, которыя мы подробно высказываемъ относительно соответствующаго

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Электрическое освѣщеніе на маневрахъ войскъ. — Въ Германіи испытываются способы непрерывнаго электрическаго освѣщенія мѣстностей, гдѣ происходят маневры или сраженія, посредствомъ воздушныхъ шаровъ. Источникъ электричества стоитъ на землѣ, а лампы подвѣшиваются на привязанныхъ шарахъ. Сила свѣта въ 5.000 свѣчей оказывается достаточной для освѣщенія въ туманную погоду поверхности въ 500 м. діаметромъ съ высоты въ 600 м. Опыты, кажется, увѣнчались успѣхомъ и система получила примѣненіе на послѣднихъ маневрахъ. (Bul. Intern. de l'El.).

Большая установка передачи энергіи. — General Electric Co. устроила недавно интересную установку на одной бумагопрядильной фабрикѣ въ Колумбіи. Передается отъ водопада 1.000 лощ. силъ. Такъ какъ водопадъ всего въ 7,5 м. высотой, то турбины работаютъ съ довольно малой угловой скоростью. Несмотря на то, два электрическихъ генератора соединяются непосредственно съ осью турбинъ.

Эти машины представляютъ собою огромныя динамомашинны трехфазныхъ токовъ въ 500 килоуаттовъ. У нихъ 40 полюсовъ и онѣ вращаются съ нормальной скоростью въ 108 оборотовъ въ минуту, доставляя такимъ образомъ токи съ 36 періодами въ секунду приблизительно при 575 вольтахъ. Якорь въ 3 м. діаметромъ. Обмоткой служатъ полосы, расположенныя изолированно въ вырѣзахъ. Каждая машина вѣситъ всего около 45 тоннъ.

На фабрикѣ установлено 17 двигателей по 65 лощ. силъ. Ихъ скорость (нормально 535 оборотовъ въ минуту) измѣняется не больше, какъ на 2% между полной нагрузкой и ходомъ порожнемъ. У этихъ машинъ нѣтъ ни коллектора, ни коллекторныхъ колецъ.

(Bul. Intern. de l'El.).

Новѣйшія пертурбаціи земнаго магнетизма. — По наблюденіямъ Мура 20 іюля н. с. происходила самая сильная магнитная пертурбація, какая только была съ февраля 1892 г. Она началась внезапно, въ 6 ч. 12 м. утра; къ 10 ч. горизонтальная составляющая начала очень быстро понижаться; возрастаніе вертикальной составляющей начало дѣлается замѣтнымъ только къ полдню. Между 12 ч. 30 м. и 2 ч. магнитная сила увеличилась значительно, потому что, въ противоположность тому, что чаще всего наблюдается, обѣ составляющія возрастали одновременно. Въ 3 ч. пертурбація почти успокоилась, но горизонтальная составляющая оставалась очень слабой всѣ сутки 21 іюля.

Солнечныя пятна въ это время были многочисленны, но они не представляли ничего особеннаго ни по своей величинѣ, ни по положенію относительно средняго меридіана. (Bul. Intern. de l'El.).

Выставка электродвигателей. — Недавно въ Будапештѣ открылась выставка, имѣющая цѣлью продемонстрировать все болѣе и болѣе увеличивающіяся въ числѣ примѣненія электродвигателей для приведенія въ дѣйствіе различныхъ машинъ. На этой выставкѣ экспонируются 32 двигателя переменнаго тока и 42 постояннаго, приводящіе въ дѣйствіе печатающія машинны, или различныхъ формъ, вентиляторы, станки токарныя, сверлильныя и пр., машинны для дѣланія льда и пр.

Электрическое отопленіе вагоновъ. — Въ зимнее время отопленіе вагоновъ Салевской горной электрической желѣзной дороги производится токомъ, который берутъ изъ главной дѣлки. Грѣлки состоятъ изъ двухъ рамокъ съ сопротивленіями, помѣщенныхъ подъ спи-

дѣлками на томъ и другомъ концѣ вагона. Каждая рамка въ 0,82 м. длиной, 0,3 м. высотой и 0,18 м. шириной; заключается въ себѣ 42 спирали цинковой желѣзной проволоки въ 1,5 мм., причемъ каждая спираль въ 24 мм. діаметромъ содержитъ 5,92 м. проволоки, такъ что полная длина проволоки въ двухъ грѣлкахъ составляетъ не меньше 500 метровъ. Всѣ спирали каждой грѣлки и сами грѣлки соединяются послѣдовательно. Поглощается токъ въ 15 амперовъ, который при напряженіи въ 500 вольтъ представляетъ 10 лощ. силъ. Температура желѣзной проволоки быстро достигаетъ 100° Ц. и даже при самой холодной погодѣ вагонъ нагревается до 15°—20° Ц. въ 10—15 минутъ. (The Electrician).

Драма fin de siècle. Во время послѣдняго акта мелодрамы, поставленной на сценѣ Нью-Йоркскаго театра, одинъ изъ актеровъ, играющій злодѣя, скрывающагося отъ преслѣдованія, выпрыгиваетъ въ окно и попадаетъ на проводники электрическаго тока высокаго напряженія, на которыхъ и поджаривается до смерти. Такъ карается пороки въ драмахъ fin de siècle.

Несчастный случай въ Бостонѣ. Одинъ рабочій, чистившій электрическій фонарь, коснулся проводника тока большаго напряженія. Онъ получилъ ударъ и былъ убитъ. Тѣло несчастнаго висѣло на проволокахъ въ теченіе получаса. Когда другіе пришли и стали снимать его тѣло, первый коснувшійся его тоже былъ убитъ.

Угли для дуговыхъ лампъ. Недавно были произведены сравнительныя испытанія долговѣчности и производительности углей „Union“ и углей Американскаго производства. Всѣ угли были діаметромъ въ 7/16 дюйма и сожигались въ одной и той же лампѣ. Наибольшая продолжительность горѣнія положительнаго угля съ фитилемъ была 18 ч. 53 мин., причемъ горизонтальная свѣтосила была равна 159 свѣчамъ, расходъ энергіи—361 уаттовъ. Наименьшая продолжительность горѣнія была—9 ч. 14 мин. при употребленіи однороднаго угля. Горизонтальная свѣтосила была 359 свѣч., расходъ энергіи—445 уаттовъ. Въ первомъ случаѣ былъ взятъ уголь „Union“, во второмъ—уголь Вашингтонскаго производства. Наименьшая продолжительность горѣнія угля „Union“ была около 12 часовъ, при горизонтальной свѣтосилѣ въ 316 свѣчъ и расходѣ энергіи въ 424 ватта.

(The Electrician).

Переменные токи и температура плавленія. Проф. Джаксонъ и Окснеръ производили опыты съ цѣлью опредѣлить, имѣетъ ли какое либо вліяніе переменный токъ на сопротивленіе и температуру плавленія легконлавкаго проводника. Было изслѣдовано большое число разныхъ образчиковъ. Всѣ опыты дали отрицательные результаты.

Вторичная батарея. Въ докладѣ, читанномъ Американскому Институту Электрическихъ Инженеровъ, А. П. Грискомъ, разбирая свойства аккумуляторовъ, приходитъ въ концѣ концовъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: 1) Реакціи во вторичномъ элементѣ должны быть сложны, иначе нельзя объяснить кривыхъ электродвижущей силы, температуры и внутренняго сопротивленія. 2) Плотность тока и электродвижущая сила внутри элемента съ каждой стороны пластинки все время колеблется; тѣмъ не менѣе вторичная батарея превосходитъ всѣ другіе источники электричества постоянствомъ. 3) Если уменьшить нормальный разрядъ батареи на 30 или 40%, то для объясненія явленій, происходящихъ внутри вторичныхъ элементовъ, можемъ довольствоваться однимъ рядомъ химическихъ реакцій. Это уменьшеніе разряднаго тока увеличиваетъ и продолжительность работы батарей. (The Electrician).