

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Современное развитіе техники трехфазнаго тока *).

Докладъ М. О. Доливо-Добровольскаго.
(Окончаніе).

Установки и примѣненія Т. Ф. системы

Установки Т. Ф. тока распадаются, смотря по роду и обширности, на 3 группы:

1. Распределение механической силы и освѣщенія въ промышленныхъ заведеніяхъ помощью тока низкаго напряженія, причемъ этотъ послѣдній можетъ либо добываться непосредственно или же быть доставленъ трансформаторами отъ станцій по типу 3.

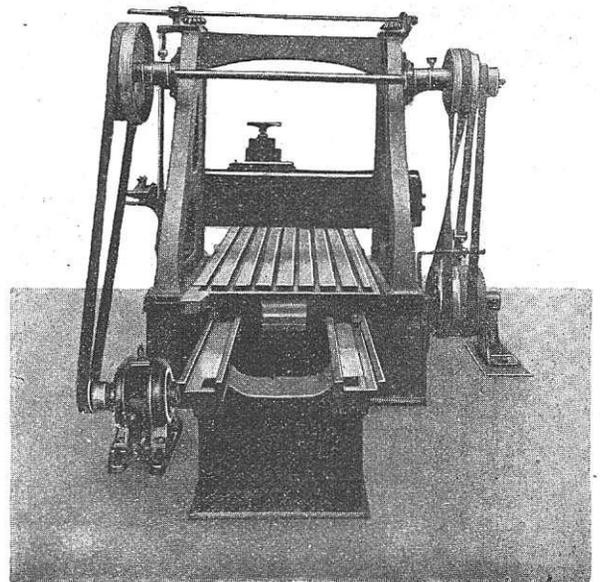
2. Передача силы на болѣе или менѣе значительныя разстоянія безъ значительнаго распределения по большой площади.

3. Центральныя канализаціи электрической энергии какъ въ отдѣльныхъ городахъ, такъ и по цѣлымъ областямъ или группамъ городовъ и мѣстечекъ.

Я поведу свой обзоръ въ означенномъ порядкѣ именно потому, что надо сперва набросать картину мелкихъ, отдѣльныхъ примѣненій, дабы дать потомъ возможность болѣе правильной оцѣнки большихъ распределеній, часто состоящихъ лишь изъ суммы мелкихъ.

На заводахъ, фабрикахъ, въ мастерскихъ всякаго рода требуется въ разныхъ мѣстахъ механическая сила для приведенія въ движеніе станковъ и машинъ—орудій. Какъ извѣстно, эти послѣднія можно либо соединять при посредствѣ трансмиссіонныхъ валовъ въ группы съ общимъ электродвигателемъ для каждой, или же ставить къ каждому станку отдѣльный двигатель. Споръ о томъ, что лучше: работа на группы или же „одиночный приводъ“, достаточно выяснилъ значеніе одиночнаго привода. Я же ограничусь лишь утверженіемъ, что приводъ группами удержался лишь въ рѣдкихъ случаяхъ и почти всегда служилъ только переходною ступеню, при которой

промышленники знакомились съ электродвигателями; понемногу они привыкали къ нимъ и осваивались съ ними настолько, чтобы примѣнять, сперва въ отдѣльныхъ случаяхъ, а потомъ и систематически одиночный приводъ. Считая поэтому, съ своей стороны, этотъ одиночный приводъ наиболѣе цѣлесообразнымъ и правильнымъ, я не могу не указать связи его съ Т. Ф. системой; въ самомъ дѣлѣ, разбросанныя и обширныя установки съ сотнями большихъ и малыхъ двигателей съ того только времени и стали возмож-



Строгальный станокъ.

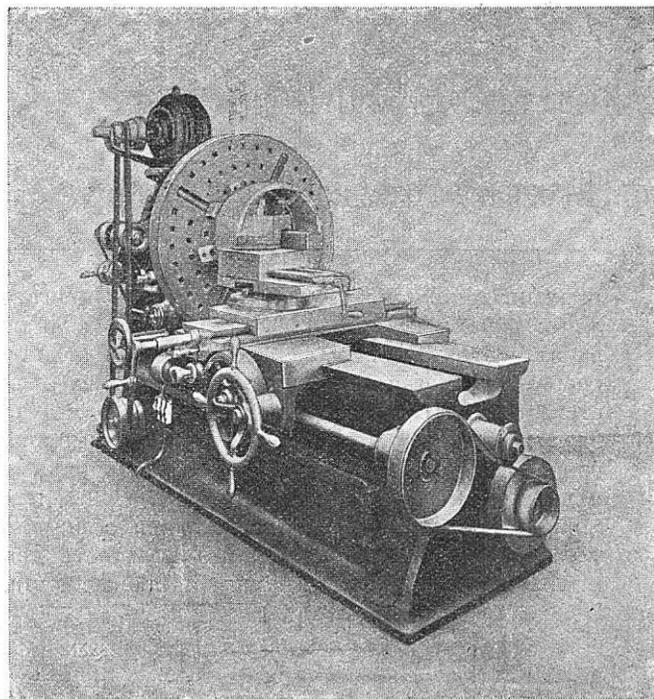
Фиг. 1.

ными, когда удалось уменьшить вниманіе и уходъ за каждымъ отдѣльнымъ двигателемъ до минимума.

Особенно многочисленны электрическія передачи и приводы въ механическихъ заводахъ и мастерскихъ. Разныя отдѣленія такихъ заводовъ, вслѣдствіе ихъ историческаго развитія, часто расположены въ очень случайномъ порядкѣ или же разбросаны, причемъ старыя длинныя трансмиссіи и мелкіе паровые двигатели сильно вредятъ экономичному распределенію силы. Много-

*) См. „Электричество“ № 4.

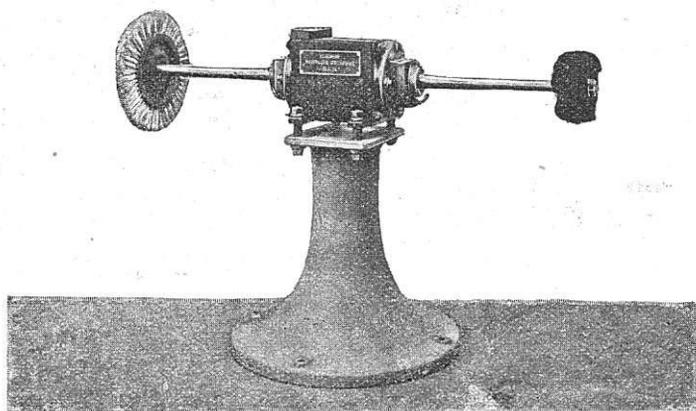
численные передаточные ремни представляют постоянный источник неудовольствия, несчастных случаев и остановок, они затемняют



Токарный станокъ.

Фиг. 2.

значительно помѣщеніе и мѣшаютъ постановкѣ крановъ для подъема и передвиженія тяжелыхъ. Отдѣльные станки, напр. токарные, свер-



Полировальный станокъ.

Фиг. 3.

лильные и т. п. связаны съ своимъ мѣстомъ изъ за трансмиссін, такъ что приходится подвозить тяжелые, громоздкіе предметы къ маленькимъ станкамъ, вмѣсто того, чтобы поступать логичнѣе, т. е. наоборотъ.

При электрической передачѣ можно повести весь ходъ производства такъ, какъ это цѣлесообразнѣе и выгоднѣе, потому что станки можно ставить въ какомъ угодно порядкѣ, гдѣ угодно или даже перевозить ихъ краномъ съ мѣста на мѣсто безъ затрудненій. При этомъ можно много выиграть въ смыслѣ утилизаціи мѣста и пользоваться часто помѣщеніями и даже дворами, гдѣ нельзя или не стоитъ устраивать трансмиссій. Имѣя электрическую передачу, можно работать иногда лишь въ отдѣльныхъ мастерскихъ или на отдѣльныхъ станкахъ дольше, чѣмъ на прочихъ, напр. ночью, не заставляя вертѣться попусту всѣ валы и шкивы большого завода.

Я не стану вдаваться въ подробныя описанія примѣненій двигателей въ механическихъ заведеніяхъ; иллюстрировавъ настоящій докладъ изображеніемъ здѣсь нѣсколькихъ электрическихъ станковъ и относящихся сюда различныхъ приводовъ и передачъ, я ограничусь ссылкой на весьма убѣдительно написанную брошюру: „O. Lasche. Elektrische Einzelantriebe“. (См. извлеченіе въ журн. „Электричество“ № 15—16, 1899 года).

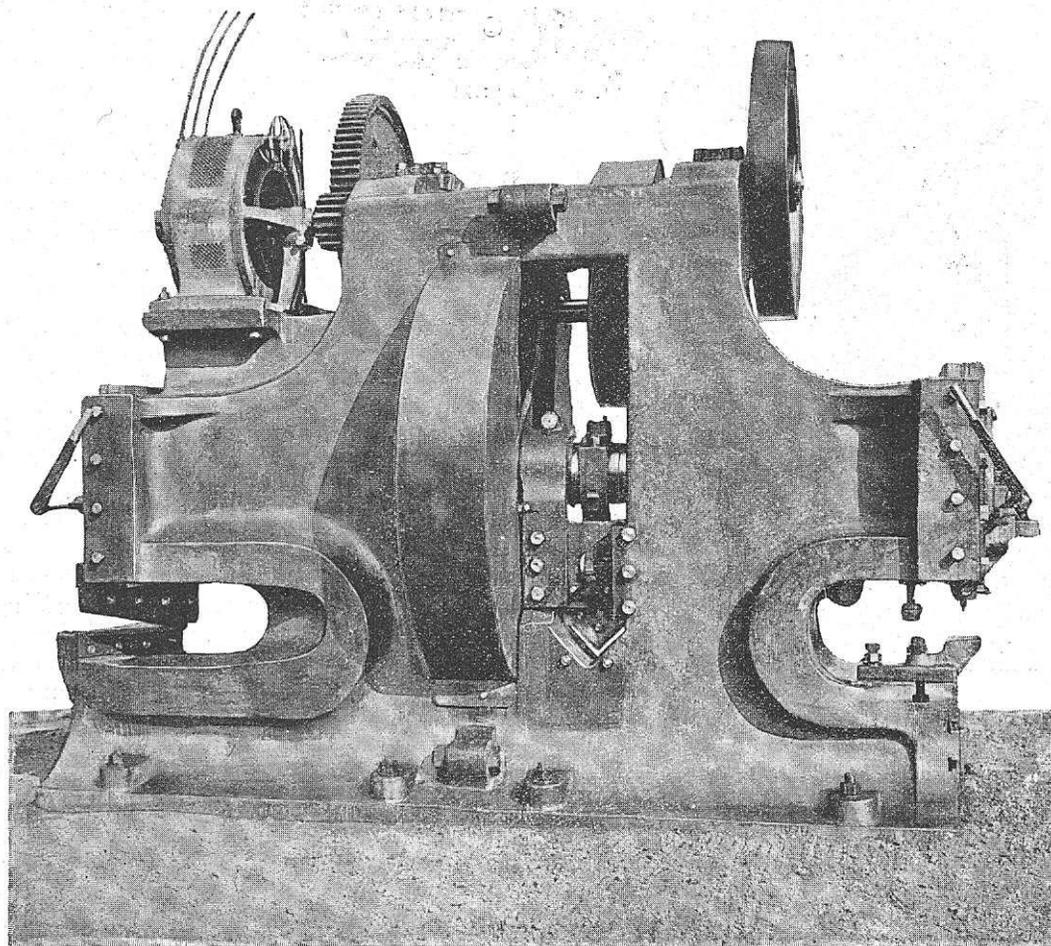
Въ настоящее время въ Германіи очень мало такихъ механическихъ заводовъ, гдѣ бы электрическая передача не была введена или не вводилась постепенно.

Въ литейныхъ и металлургическихъ заводахъ очень распространены электрическіе подъемные и мостовые краны и вентиляторы или поддувала. Особенно популярными стали въ настоящее время краны съ электродвигателями, такъ что почти всѣ заводы, изготовляющіе краны, приспособились уже къ этой электрической передачѣ, и въ настоящее время не трудно получить весьма усовершенствованные электрическіе краны. Если употреблять при этомъ Т. Ф. токъ, то достигается та ничтожность ухода, которая особенно важна при кранахъ, гдѣ не всегда возможно добраться до самого двигателя. Кромѣ того при этомъ можно брать меньшіе двигатели, которые все же способны безъ всякаго вреда перенести даже и большія перегрузки. Что же касается до легкости управления и маневрированія краномъ— то оно совершенно одинаково при обоихъ родахъ тока. Прилагаемыя фотографіи показываютъ нѣсколько примѣровъ такихъ крановъ.

Даже и очень крупныя рабочія машины можно съ выгодой приводить въ движеніе Т. Ф. двигателями. Такъ напр., на одномъ изъ германскихъ мѣднопрокатныхъ заводовъ, одинъ 200-сильный двигатель работаетъ помощью канатной передачи, а другой въ 500 силъ непосредственно соединенъ съ прокатными

валками. Эта установка работает, уже около $1\frac{1}{2}$ года, безупречно, такъ что фирма А.-Е.-Г рѣшилась приступить и къ еще болѣе крупнымъ прокатнымъ станкамъ въ 2000 и болѣе силъ. Само собою разумѣется, что тщательный расчетъ маховика и соображеніе его съ такъ называе-

ное увеличеніе производительности при данномъ числѣ станковъ. И теперь считается почти аксіомой—что эта система самая лучшая. Въ южной Германіи, на Рейнѣ, а особенно въ Швейцаріи и сѣверной Италіи большая часть многочисленныхъ прядильныхъ и ткацкихъ заведеній уже



Ножицы и дыропробивной станокъ для листового желѣза.

Фиг. 4.

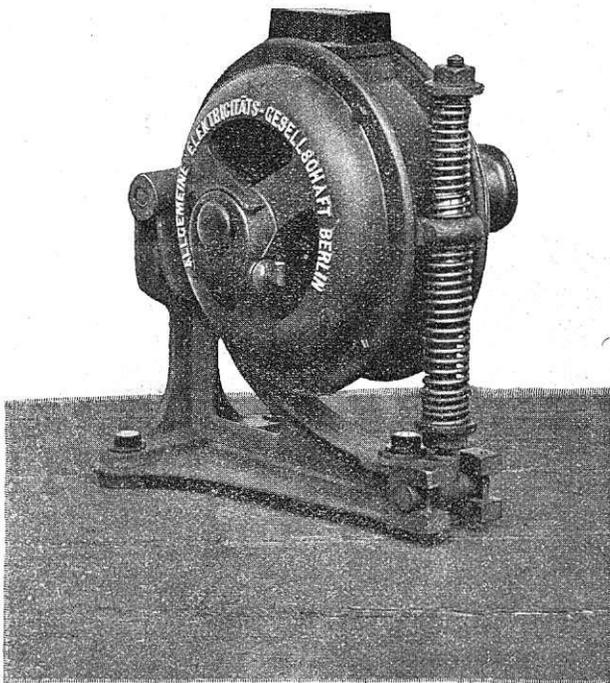
мымъ «скольженіемъ» двигателя (т. е. съ уменьшеніемъ его скорости)—безусловно необходимое условіе успѣха.

Какъ контрастъ къ этимъ гигантскимъ приводамъ можно привести примѣненіе двигателей къ ткацкимъ и прядильнымъ станкамъ. Здѣсь бывають большія залы съ нѣсколькими сотнями станковъ, изъ которыхъ каждый беретъ не болѣе 0,2—0,3 лошадиной силы. Попытки одной нѣмецкой фирмы, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, устроить электрическую передачу въ ткацкихъ фабрикахъ съ помощью П. тока кончились такъ плачевно, что противники „одиночнаго“ привода долго еще потомъ приводили ихъ, какъ устрашающій примѣръ. Т. Ф. токъ стали примѣнять сравнительно недавно, и онъ блестяще выполнилъ ту же задачу, и принесъ мануфактурамъ, кромѣ непосредственныхъ сбереженій, значитель-

устроили себѣ одиночный приводъ Т. Ф. двигателями, которые въ этихъ мѣстностяхъ считаются по тысячамъ. Типъ специальныхъ для этой цѣли двигателей можно видѣть на выставкѣ и на фиг. 5. Понятно, что при фабрикаціи двигателей одинаковаго типа сотнями экземпляровъ, можно съ выгодой употребить специальные приспособленія, вслѣдствіе чего можно опять таки необыкновенно понизить цѣну двигателя.

Особенно благодарное поле примѣненій нашли Т. Ф. двигатели на сахарныхъ заводахъ. Приведеніе въ движеніе центрофугъ электродвигателями едва ли выполнимо при другой системѣ двигателей, такъ какъ этимъ послѣднимъ приходится развивать при началѣ движенія огромную силу для преодоленія большой инерціи. Центрофуга, которая, напр., беретъ при нормальной ско-

рости лишь 2—3 лошадины силы, требует при пускании в ход часто больше десяти. Двигатели насаживаются в данном случае непосред-



Электродвигатель для ткацкого станка, с качающимся подвѣсомъ.
Фиг. 5.

ственно на ось центрофуги; они обыкновенно снабжаются замкнутымъ на себя якоремъ, причѣмъ для пусканія в ходъ служитъ лишь обыкновенный рубильникъ или выключатель. Работнику поэтому нечего заботиться ни о двигателѣ, ни о введеніи какихъ либо реостатовъ, и онъ можетъ быть всецѣло занятъ своей настоящей работой.

Отсутствіе ремней, которые при такихъ приводахъ необыкновенно скоро изнашиваются отъ сильнаго скольженія, допускаетъ вдобавокъ значительно болѣе удобную и компактную постановку центрофугъ и притомъ в томъ помѣщеніи, гдѣ это всего болѣе подходитъ для производства. Точно также и т. н. вакуумъ-аппараты съ ихъ воздушными насосами могутъ быть съ выгодой помѣщаемы в одномъ изъ верхнихъ этажей, гдѣ часто нѣтъ возможности поставить паровую машину. Опрятность и чистоту на сахарныхъ заводахъ нельзя очень строго соблюсти, поэтому на двигатели часто попадаетъ свежловичный сокъ, патока и т. п.; это обстоятельство отнюдь не мѣшаетъ Т. Ф. двигателямъ, тогда какъ дѣйствіе коллектора, облетаго патокой излишне описывать. Одинъ просвѣщенный сахарозаводчикъ около Рейна, который около 4 лѣтъ тому назадъ снабдилъ свой рафинадный заводъ Т. Ф. передачей и который въ началѣ таки сомнѣвался еще въ ея преимуществахъ, недавно

мнѣ подтвердилъ, что если бы ему еще разъ пришлось строить сахарный заводъ—то онъ непременно опять снабдилъ бы его электрической передачей и не иначе какъ по системѣ Т. Ф. тока. Дѣйствительно, можно сказать, что почти всѣ сахарные и рафинадные заводы в Германіи по-немногу завели у себя электрическую передачу и изъ этихъ опять таки почти всѣ безъ исключенія употребляютъ Т. Ф. токъ. По одной изъ приведенныхъ здѣсь фотографій читатели могутъ убѣдиться въ удобствѣ этого примѣненія.

Сравнительная нечувствительность Т. Ф. двигателей къ сырости и парамъ доставила имъ входъ въ химическіе заводы и красильныя заведенія, причѣмъ достаточно самыхъ примитивныхъ мѣръ для защиты двигателей.

Это преимущество послѣднихъ, въ связи съ ихъ выносливостью при грубомъ обращеніи съ ними, убѣдило также многочисленныя цементныя и кирпичныя заводы въ примѣнимости электрической передачи по системѣ Т. Ф. тока. Дѣйствительно, здѣсь требуются двигатели, которые, напр., въ состояніи, прозимовавъ въ какой нибудь маленькой деревянной будкѣ, немедленно начинать работать весной. Случайныя обливанія двигателей грязной водой повторяются здѣсь часто. Кромѣ того, мелкая цементная пыль очень мѣшаетъ двигателямъ П. тока, такъ какъ она въ изобиліи скопляется въ щеткахъ и подъ ними.

Что способность Т. Ф. двигателей (съ контактными кольцами) къ регулировкѣ и измѣненію числа оборотовъ практически часто примѣняется, это яснѣе всего видно изъ ихъ примѣненій, напр., къ ситцепечатнымъ машинамъ, гдѣ измѣненіе скорости требуется въ широкихъ предѣлахъ. При этихъ станкахъ употреблялись маленькія паровыя машины для вращенія красочныхъ валовъ, но онѣ работаютъ такъ невыгодно, расходуютъ столько пару, что замѣна ихъ Т. Ф. двигателями въ высшей степени удовлетворила фабрикантовъ. На одной изъ представленныхъ здѣсь фотографій приведенъ примѣръ приспособленія Т. Ф. двигателя къ ситцепечатному станку.

Равномѣрный ходъ, зависящій только отъ равномѣрности генераторной станціи и, наоборотъ, независимость скорости отъ случайныхъ колебаній напряженія или отъ измѣненія сопротивленія самого двигателя привлекли системѣ Т. Ф. тока симпатіи со стороны бумажныхъ фабрикъ; при этомъ немаловажную роль играетъ и нечувствительность къ сырости.

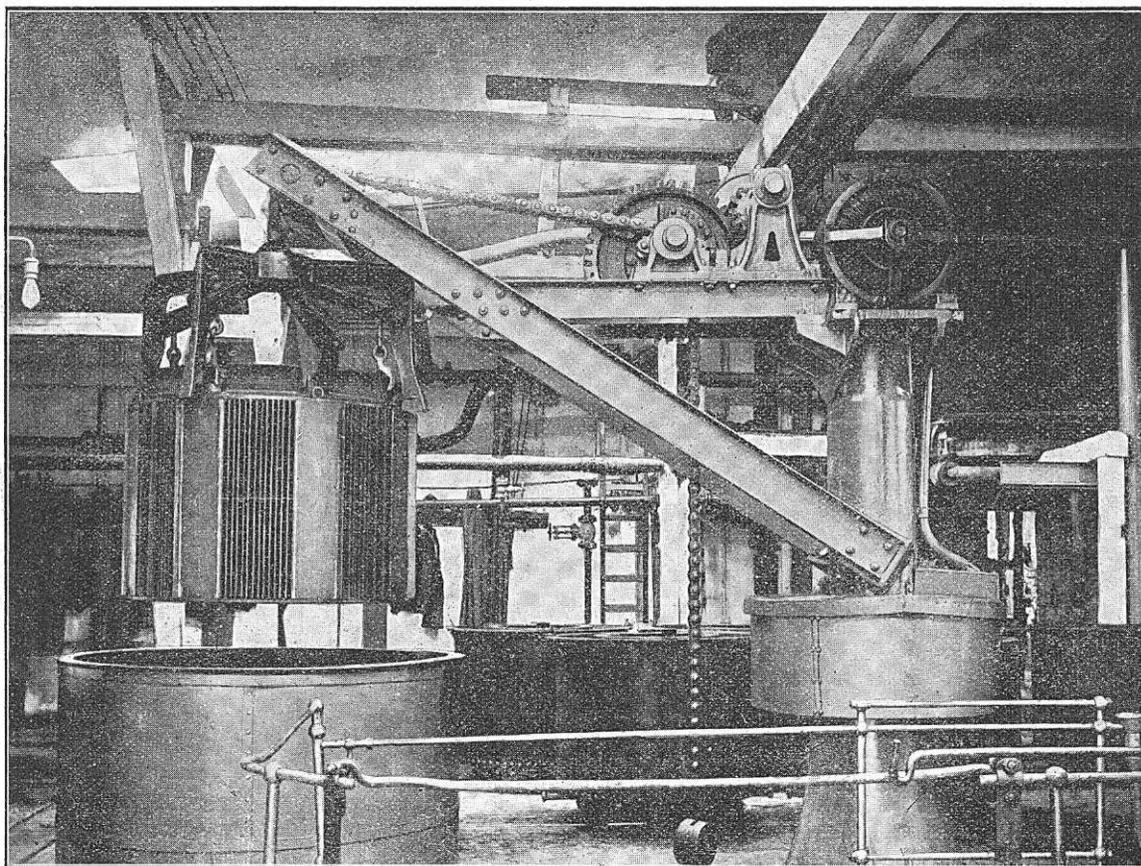
При очень раскинутыхъ установкахъ, или при обширной площади, часто нельзя обойтись со столь низкимъ напряженіемъ какъ 100—200 вольтъ и надо прибѣгнуть къ 500. Въ этихъ случаяхъ опять таки гораздо лучше употребить Т. Ф. токъ, такъ какъ при этомъ напряженіи важно по возможности устранить необходимость прикасанія къ двигателямъ. Кромѣ того и изоляція двигателей несравненно надежнѣе, чѣмъ при П. токѣ, какъ я уже это объяснилъ ранѣе.

Поэтому не удивительно, если портовые постройки и гавани съ ихъ элеваторами и повсюду разбросанными кранами для нагрузки и разгрузки судовъ, желая пользоваться всѣми преимуществами электрической передачи, отдають въ послѣднее время предпочтеніе Т. Ф. току. Одна изъ такихъ наиболѣе важныхъ портовыхъ установокъ—это строящаяся теперь въ Констанцѣ (Румынія).

Точно также проникъ Т. Ф. токъ въ рудники и копи. При этомъ на его долю выпадаетъ большей частью, очень трудная работа, какъ то: подъемныя машины (покаместъ таковыя были

можно удовлетворительное рѣшеніе. Зато и горные заводы представляютъ благотворное и богатое поле примѣненій электричества, какъ это доказывается многочисленными Т. Ф. установками въ Вестфалии, Силезіи и Трансваалѣ. Администраціи и управленія горныхъ промысловъ полны похвалъ этой системѣ, которой по ихъ мнѣнію, предстоитъ блестящая будущность.

„Last but not least“—это примѣненія Т. Ф. системы на судахъ, верфяхъ и докахъ. Изъ послѣднихъ назову Германскія казенныя верфи въ Вильгельмсгафенѣ и судостроительныя мастерскія „Вул-



Электрическій кранъ для центрофуги на свеклосахарномъ заводѣ.

Фиг. 6.

устроены съ электродвигателями лишь до 200 силъ), цѣпныя тяги вагонетокъ, насосы, вентиляторы, промывальни для рудъ и угля, прессы для выдавливанія кокса изъ печей и т. п. Двигателямъ приходится тутъ часто терпѣть сырость и неаккуратный уходъ: здѣсь не пускають двигатели осторожно и потихоньку въ ходъ по всѣмъ правиламъ, здѣсь не справляются, въ полномъ ли порядкѣ то, что двигатель долженъ тянуть, напр. не волочатся ли цѣпи по землѣ, не погнуты ли шины и т. п. При подобныхъ условіяхъ задача электротехники не легка, и безъ помощи Т. Ф. тока врядъ ли даже воз-

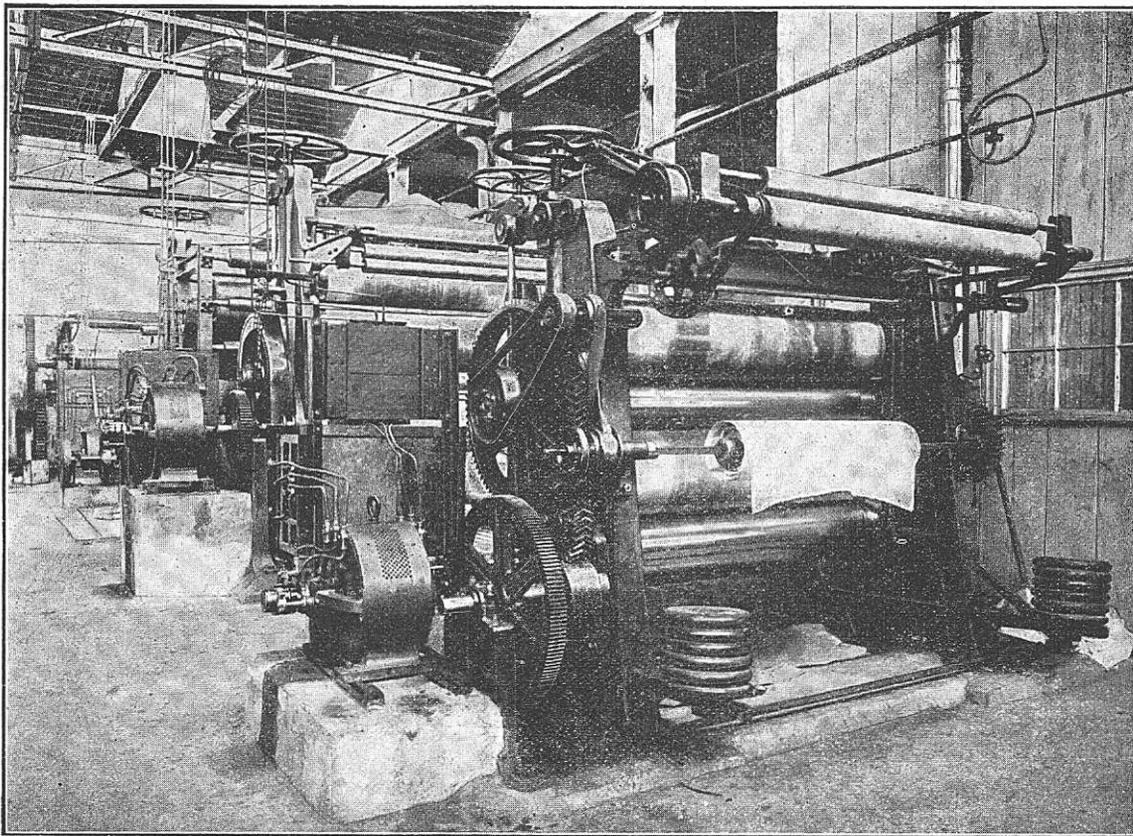
канъ“ въ Штеттинѣ; изъ судовъ, имѣющихъ Т. Ф. установку, назову „Königin Louise“ Съверогерманскаго Ллойда, гдѣ токъ служитъ, кромѣ освѣщенія, для многочисленныхъ двигателей, дѣйствующихъ на насосы, вентиляторы и разныя подъемныя машины.

Послѣ этихъ примѣровъ примѣненія Т. Ф. тока низкаго напряженія, указать которые я конечно могъ лишь въ самыхъ обшихъ чертахъ, я перехожу къ установкамъ, гдѣ эта система тока одна только можетъ господствовать, безъ какой либо возможности конкуренціи со стороны П. тока. Это установки, гдѣ напряженія въ нѣ-

сколько тысяч вольтъ непосредственно потребляются двигателями (иногда съ промежуточнымъ трансформаторомъ),—иначе это тѣ установки, которыя я обозначилъ въ классификаціи подъ группой второй, какъ передачи на большое разстояніе безъ широкаго распредѣленія.

Передачи силы на разстояніе устраиваются тамъ, гдѣ есть дешевый источникъ энергіи, какъ напр., водяная сила и угольные копи, или же тамъ, гдѣ по природѣ вещей необходимо поставить двигатель вдали отъ генератора. Последнее, напр., имѣетъ мѣсто при большихъ водоподъемахъ

электрическихъ водокачекъ было устроено нѣсколько лѣтъ тому назадъ и онѣ работаютъ такъ исправно и экономно, что многіе рудники приступаютъ теперь къ тому же. Изъ устройствъ этого рода назову между прочимъ угольные копи „Marianna Steinbanck“ возлѣ г. Бохума, гдѣ 750 сильный двигатель на 2000 вольтъ качаетъ воду на глубинѣ 550 метровъ; затѣмъ соляныя копи въ Леопольдсталѣ возлѣ Стасфордта, въ которыхъ сперва установили три насоса съ электродвигателями на 100 силъ и гдѣ теперь ставится еще одинъ въ 1000 силъ. Если напомнить,



Электрическое оборудованіе красильной и ситцевабивной фабрики.

Фиг. 7.

ныхъ машинахъ или водокачкахъ въ рудникахъ. Очень часто желательно тамъ приводить въ дѣйствіе большіе насосы, скажемъ, до 1000 силъ, и на глубинѣ 500 или болѣе метровъ электродвигателями вмѣсто паровыхъ машинъ. При этомъ устраняется нагрѣваніе въ подземельныхъ камерахъ и сберегается значительная потеря отъ конденсаціи пара въ длинныхъ трубахъ. Ставя паровую машину на поверхности, гдѣ размѣры не играютъ такой важной роли какъ въ подземныхъ помѣщеніяхъ, можно выбрать болѣе экономную или же болѣе скороходную. Равнымъ образомъ значительно уменьшается и необходимое число прислуги подъ землей. Большое число подобныхъ

что одинъ изъ главныхъ авторитетовъ по части рудниковыхъ насосовъ, профессоръ Ридлеръ изъ Шарлоттенбургскаго Политехникума, заключилъ договоръ съ фирмой А.-Е.-Г., чтобы насосы его системы соединять съ Т. Ф. двигателями—то уже этого одного факта достаточно, чтобы получить понятіе о значеніи этого новаго примѣненія электротехники.

Я обхожу описанія многочисленныхъ простыхъ передачъ силъ, гдѣ водяныя колеса или турбины приводятъ въ дѣйствіе генераторы высокаго напряженія, гдѣ токъ передается тонкими проволоками черезъ лѣса и горы на нѣсколько верстъ въ большія или меньшія промышленныя

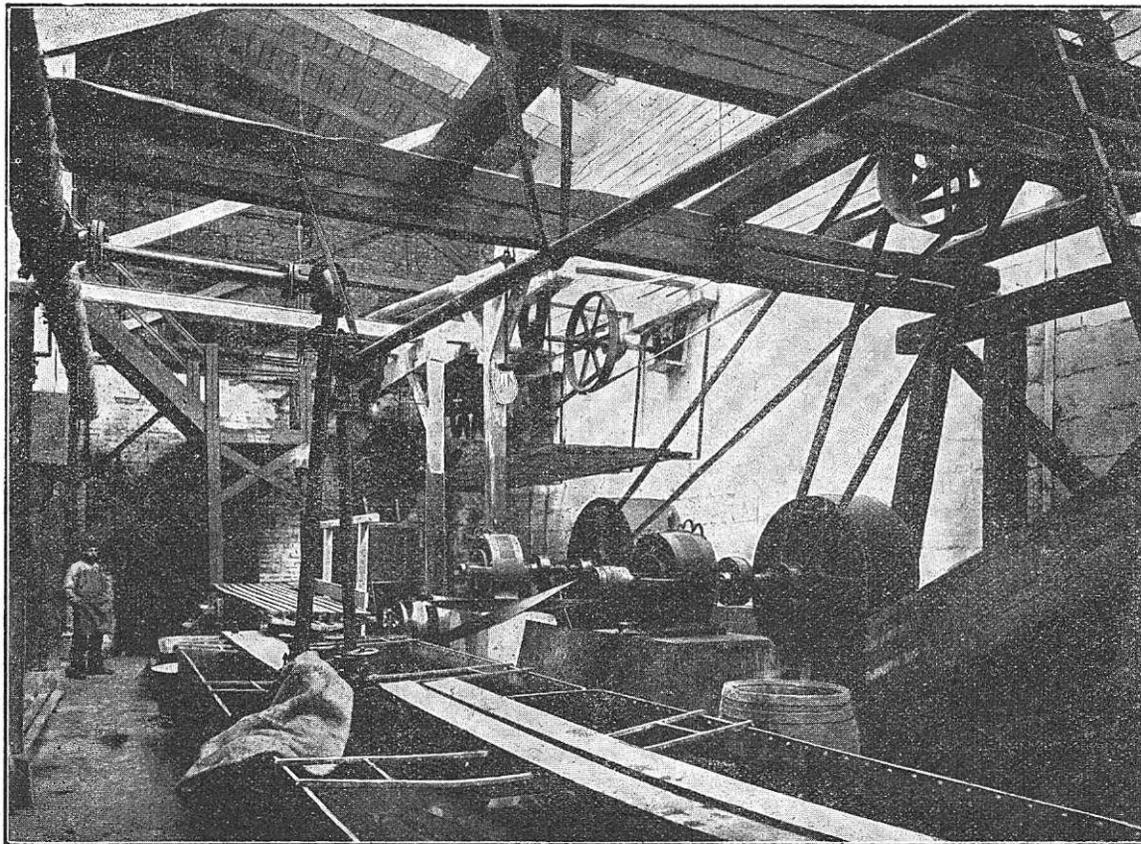
заведения и фабрики и гдѣ двигатели питаются прямо или черезъ посредство трансформаторовъ.

Подобныя часто встрѣчающіяся передачи для работы и для освѣщенія считаются въ гористыхъ мѣстностяхъ тысячами. Кромѣ Швейцаріи и Италіи ихъ особенно много въ южной Германіи, Эльзасѣ, а также въ Швеціи и Норвегіи.

Добываніе карбида кальція доставило въ послѣднее время новый способъ эксплуатаціи водопадовъ. Въ большей части случаевъ нельзя поставить карбидныхъ печей возлѣ генераторной

тѣхъ огромныхъ количествахъ энергіи, какія поглощаетъ фабрикація карбида кальція. Изъ многочисленныхъ установокъ этого рода, устроенныхъ и проектированныхъ фирмой А.-Е.-С. въ разныхъ странахъ, укажу на заводъ, строящійся теперь въ Siitola въ Финляндіи.

Характерное примѣненіе нашла себѣ Т. Ф. система высокаго напряженія: это ея посредничество при распредѣленіяхъ съ П. токомъ. Это употребляется тогда, когда надо поставить генераторную станцію далеко отъ мѣста потребленія и когда по разнымъ причинамъ необходимо рас-



Промывальня на бумажной фабрицѣ.

Фиг. 8.

станціи, вслѣдствіе неудободоступнаго положенія ея гдѣ нибудь въ ущельи между скалами, или по необходимости соображаться съ подвозомъ и отправкой матерьяла по желѣзной дор. и т. п.

Поэтому для производства карбида надо прибѣгать во многихъ случаяхъ къ высокимъ напряженіямъ; это тѣмъ легче, что образованіе этого продукта зависитъ лишь отъ тепловаго дѣйствія тока, такъ что всѣ роды тока равно пригодны. Разумѣется, что всегда отдають предпочтеніе Т. Ф. току, потому что при этомъ удешевляется динамомашина и достигается сбереженіе 25 проц. въ проводахъ; послѣднее весьма значительно при

предѣлять именно постоянный токъ; такъ, напр., при расширеніи уже существующихъ центральныхъ станцій П. тока, гдѣ переѣна системы конечно невысказана.

Въ такихъ случаяхъ ставятся на главной станціи Т. Ф. генераторы высокаго напряженія, а на одной или нѣсколькихъ «вторичныхъ» или распредѣлительныхъ станціяхъ берутся двигатели, соединенные съ динамомашинами П. тока или же такъ назыв. вращающіеся трансформаторы.

Изъ многихъ устройствъ подобной передачи упомяну сперва сдѣланную для «Токуо Electric Light С^о» въ Японіи. Тамъ принуждены были вслѣдствіе частыхъ землетрясеній, кото-

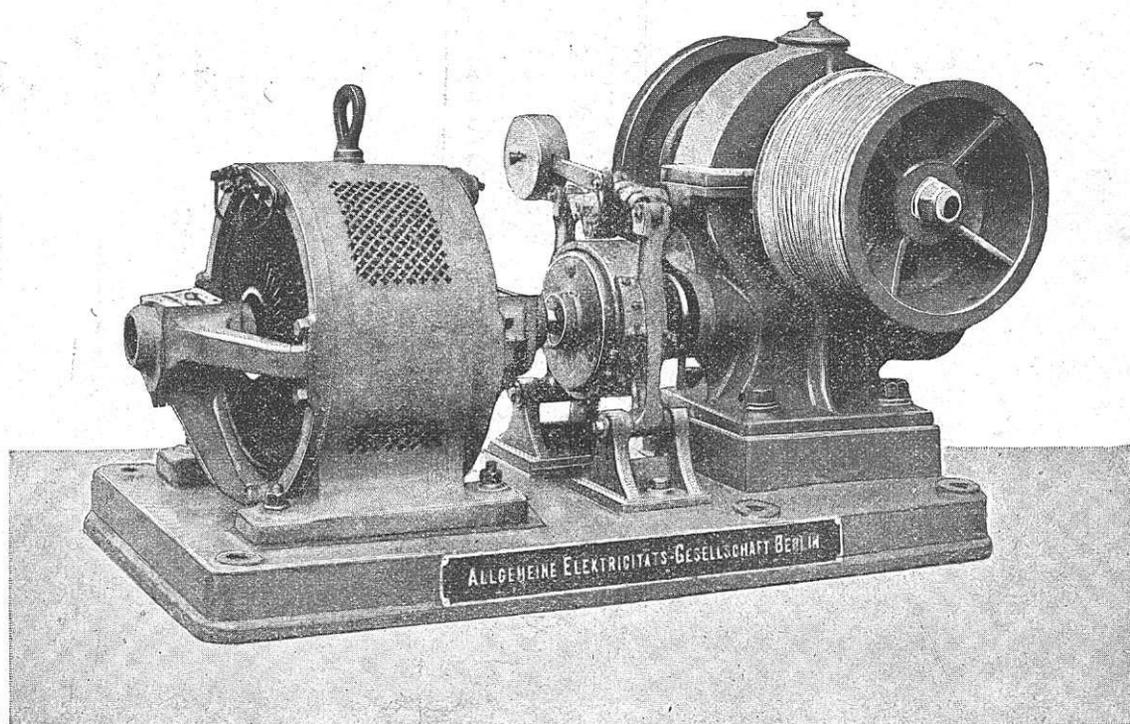
рыхъ не выносили ни паровыя машины, ни паропроводныя трубы и котлы, перевезти ихъ дальше въ глубь страны, на болѣе спокойное мѣсто. Все же прочее устройство центральной станціи осталось на старомъ мѣстѣ, съ той только разницей, что вмѣсто прежнихъ паровыхъ машинъ поставили Т. Ф. двигатели, которые продолжаютъ теперь вращать старыя динамомшины, двигатели же получаютъ токъ 3000 вольтъ отъ перенесенной станціи, при помощи воздушныхъ проводовъ.

Другой примѣръ изъ менѣе отдаленныхъ странъ, но зато тѣмъ болѣе исполинскихъ размѣровъ—это строящаяся теперь передача для Бер-

перъ происходитъ переходъ отъ конной тяги къ электрической.

Этотъ новый договоръ обязываетъ, другими словами, къ немедленной установкѣ еще 30.000 силъ, открывая конечно перспективу и дальнѣйшаго, хотя уже болѣе постепеннаго расширения.

Этого необычнаго прироста нельзя конечно достигнуть простымъ расширеніемъ существующихъ станцій уже вслѣдствіе ихъ положенія въ центрѣ города. Къ тому же подземные кабели уже и теперь заполнили почти все свободное мѣсто подъ улицами, гдѣ кромѣ ихъ лежатъ еще многочисленныя другіе провода: газовыя и водо-



Электрическая подъемная машина.

Фиг. 9.

лина. Я остановлюсь на ней немного дольше, такъ какъ въ скоромъ времени это будетъ вѣроятно самая большая электрическая установка въ мірѣ.

Теперешнія 4 станціи Берлинскаго Общества Электрическаго Освѣщенія (Berliner Electricitäts-Werke) построены по трехпроводной системѣ съ П. токомъ и питаютъ вмѣстѣ одну общую кабельную сѣть, которая проложена въ центральной части города.

Мощность этихъ станцій въ настоящее время около 2500 силъ въ общемъ. По новому, недавно заключенному съ городомъ, договору это Общество обязано доставлять токъ для освѣщенія и для двигателей по истеченіи 2 лѣтъ не только въ центрѣ, но и во всѣхъ частяхъ города; кромѣ того, оно обязалось снабжать токкомъ всѣ линіи электрическихъ дорогъ, причемъ какъ разъ те-

проводныя трубы, пневматическая почта, пожарный телеграфъ, телеграфныя и телефонныя кабели, канализаціонныя трубы и т. д. Нельзя и думать, поэтому, даже и о прибавкѣ еще одной или двухъ центральныхъ станцій. Чтобы справиться съ мощностью и мѣстомъ для прокладки кабелей, надо было бы расположить по всѣмъ частямъ города и по окраинамъ его отъ 8 до 10 станцій.

Подобныя станціи не могли бы быть больше, чѣмъ на 4—5 тысячъ силъ каждая, и работали бы поэтому сравнительно невыгодно: добываніе необходимой для конденсаціи воды и доставка топлива были бы сложны, а участки земли стоили бы дорого.

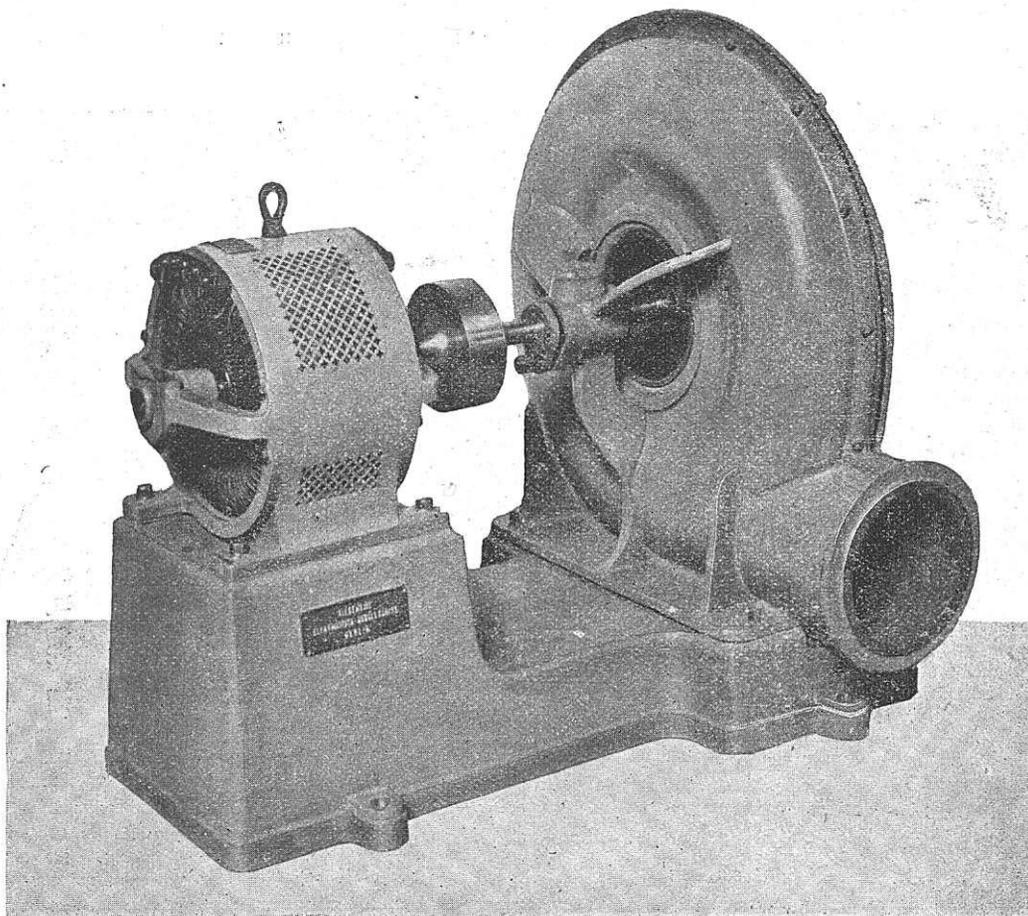
Найдено было, гораздо болѣе выгоднымъ добывать токъ въ одной или двухъ большихъ загородныхъ станціяхъ по системѣ Т. Ф. тока

высокаго напряженія. Этотъ токъ проведется въ означенные 8—10 пунктовъ города, гдѣ онъ будетъ питать „трансформаторныя станціи“ (подстанціи).

Участки потребныя для такихъ подстанцій несравненно меньше, и такъ какъ они кромѣ того не требуютъ никакихъ особенныхъ условий, то и стоятъ гораздо дешевле, чѣмъ для паровыхъ станцій. Съ другой стороны добываніе тока

расширить станцію, находящуюся теперь на такъ называемой Обершпре, въ 15 верстахъ отъ Берлина.

Эта станція питаетъ въ настоящее время нѣкоторыя пригородныя мѣста Т. Ф. токомъ высокаго напряженія и развиваетъ до 6000 силъ въ 4 паровыхъ машинахъ, изъ коихъ 2 по 1.000 и 2 по 2.000 силъ. Къ этому устройству должны теперь прибавить еще 4 машины по 4.000 силъ,



Электрическій насосъ.

Фиг. 10.

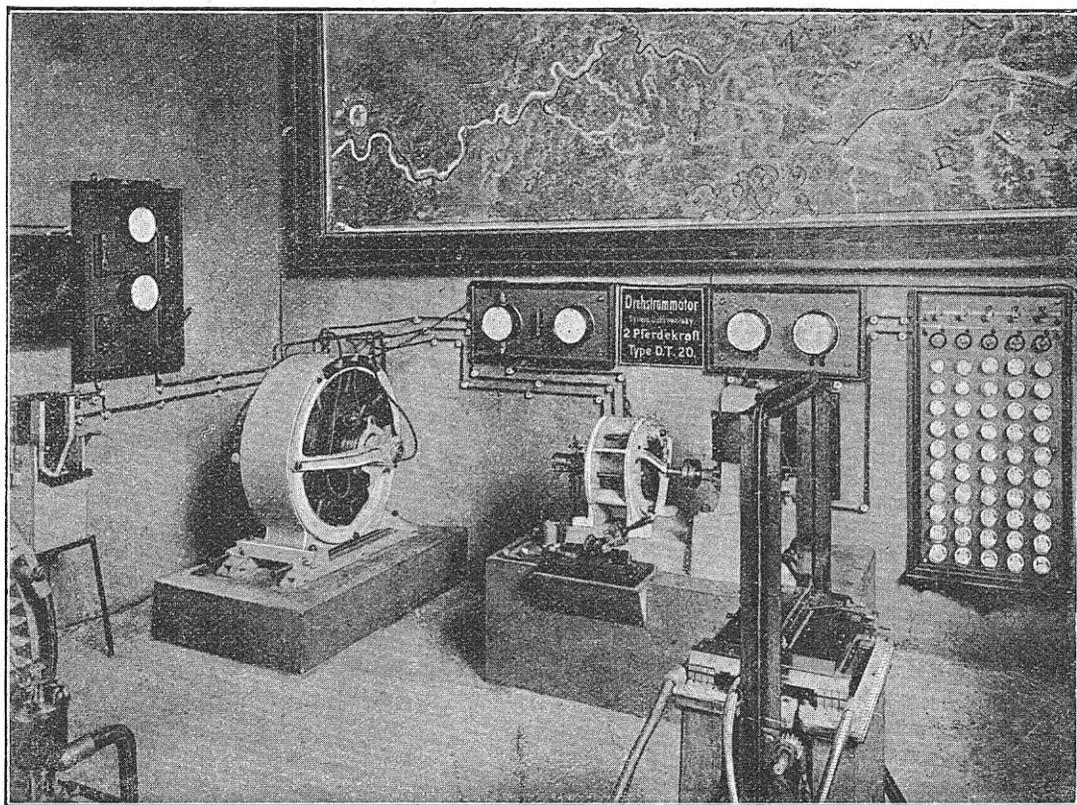
за городомъ настолько рациональнѣе и экономичнѣе, что уже этимъ однимъ покрываются стоимость и потери въ вращающихся трансформаторахъ. Въ самомъ дѣлѣ, увеличеніемъ размѣровъ машинныхъ единицъ и отсутствіемъ измѣненія въ мѣстѣ можно достигъ въ конструкціи паровыхъ двигателей блестящихъ результатовъ, ничтожнаго ухода и очень малаго потребленія топлива, которое къ тому же дешевле въ доставкѣ. Я думаю, нѣтъ надобности объяснять возможность употребленія всѣхъ новѣйшихъ приспособленій для разгрузки и ссыпки топлива, для перегрѣванія пара и т. п. устройствъ, которыя возможны именно лишь при большихъ станціяхъ.

По всѣмъ этимъ причинамъ рѣшено было

слѣдовательно всего еще 16.000, тогда какъ новая станція, строящаяся на сѣверѣ Берлина (Моабитъ) получитъ сперва 3 такихъ машины. Эти новыя 7 паровыхъ динамомашинъ съ общей мощностью въ 28.000 силъ будутъ питать токкомъ въ 6000 вольтъ черезъ посредство подземныхъ кабелей въ первое время 6, а потомъ и большее число вторичныхъ станцій въ городѣ; какъ уже было упомянуто здѣсь будетъ поставлено 12 вращающихся трансформаторовъ по 1200 и 6 по 550 киловаттъ каждый. Это все машины, которыя одновременно заказаны и даны въ работу фирмѣ А.-Е.-Г. и которыя должны быть постепенно, но не позже какъ черезъ 1½ года, быть всѣ въ ходу.

Къ сожалѣнію я не могу привести снимковъ ни съ трансформаторовъ, ни съ генераторовъ, такъ какъ первая машина будетъ готова лишь весной. Но можно получить понятіе о динамо-машинѣ въ 4000 силъ по приложеннымъ фиг. 13, 14, 15 Главные размѣры этой машины: вѣшній диаметръ 8,6 метра, при длинѣ основанія въ 10,6 метра, ширина 1200 миллиметровъ; линейная скорость вращающейся арматуры 32 метра въ секунду; арматура эта вѣситъ около 65 тысячъ килограммовъ, тогда какъ неподвижная часть вѣситъ около 80 тысячъ. Динамо эта развиваетъ

Послѣ этого описанія хотя и наибольшей станціи для передачи силы, но все же съ ограниченнымъ числомъ мѣстъ потребленія Т. Ф. тока, мы перейдемъ къ центральнымъ станціямъ гдѣ этотъ токъ доставляется большому числу потребителей въ разныхъ мѣстахъ. Сюда прежде всего относятся тѣ сравнительно мелкія требованія двигательной силы, которыхъ нѣтъ возможности разумно удовлетворить паровыми машинами, вслѣдствіе затруднительности ухода и сложности ихъ, напр., земледѣльческія устройства, осушеніе цѣлыхъ мѣстностей. Особенно



Первое практическое примѣненіе трехфазныхъ двигателей.—Подстанція Франкфуртской электрической выставки 1891 г. Трехфазные двигатели Доливо-Добровольскаго, работающіе отъ центральной станціи Лауфенскаго водопада на Неакрѣ.

Фиг. 11.

нормально 3000 киловаттъ при напряженіи въ 6000 вольтъ между каждымъ изъ 3 зажимовъ и работаетъ при 83 оборотахъ въ минуту. Такъ какъ при этомъ сила тока въ каждомъ изъ 3 проводовъ равна 285 амперъ, то, несмотря на весьма высокое напряженіе, машина получитъ обмотку изъ толстыхъ стержней, что конечно сдѣлаетъ ее необыкновенно прочною. Рѣшено первую готовую изъ этихъ 7 машинъ послать на Парижскую всемірную выставку. Въ настоящее время это, вѣроятно, самая большія динамо въ свѣтѣ, такъ какъ машины Ниагарской станціи, хотя и по 5000 силъ, но построены на гораздо большее число оборотовъ въ минуту.

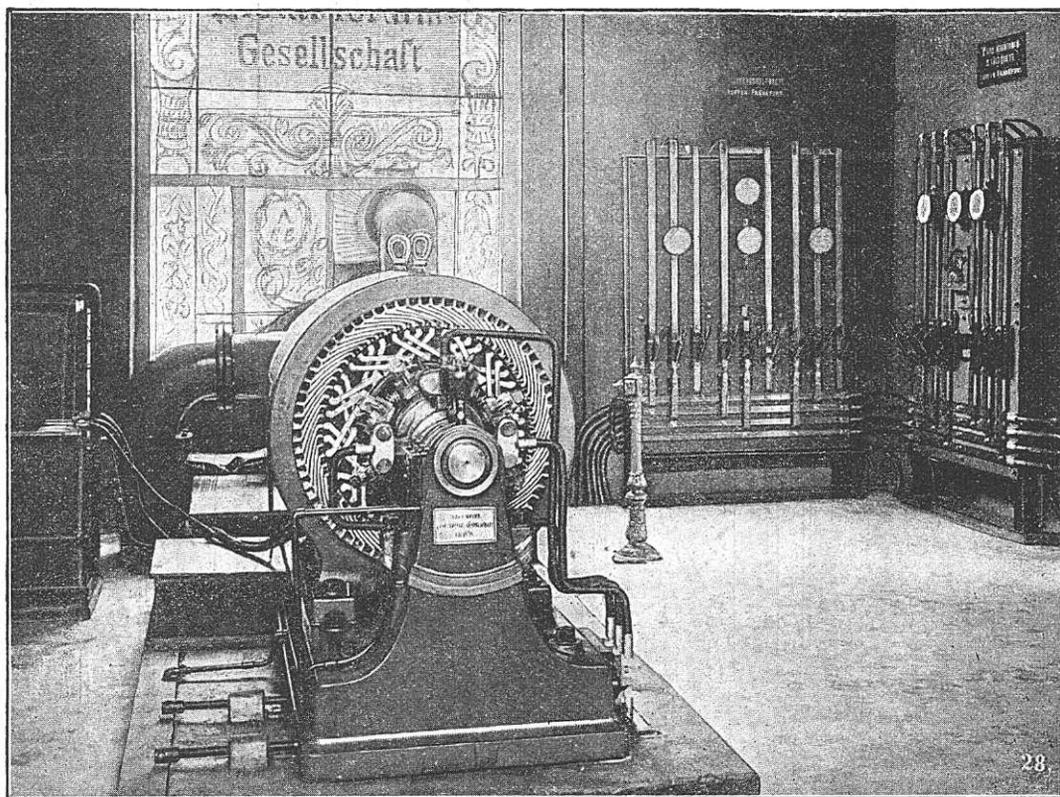
интересна изъ подобныхъ установокъ это осушеніе дельты рѣки Мемеля (Нѣмана), гдѣ многія квадратныя версты стояли прежде по цѣлымъ недѣлямъ и мѣсяцамъ подъ водой и гдѣ земля поэтому почти непригодна была для обработки. Теперь тамъ построены загражденія, проведены каналы и поставлено 7 черпательныхъ колесъ. Эти черпалки стоятъ на разстояніи по 5—10 верстъ одна отъ другой и приводятся въ движеніе 75-сильными Т. Ф. электродвигателями. Установка эта питается отъ общей станціи въ 5000 вольтъ, и отдѣльныя черпалки не требуютъ ни малѣйшаго ухода даже при пусканіи въ ходъ: все дѣлается со станціи. Подобныя же устрой-

ства, хотя и съ болѣе мелкими двигателями существуютъ, насколько мнѣ извѣстно, въ нѣсколькихъ мѣстахъ Голландіи.

Въ Эльзасѣ работаютъ уже, а у насъ на Кавказѣ строятся распредѣлительныя сѣти, гдѣ Т. Ф. токъ работаетъ на нефтяныя буровыя машины и насосы. Здѣсь площади распредѣленія настолько обширны, что приходится брать напряжение до 6000 вольтъ.

Дешевизна добыванія электрическаго тока при большихъ станціяхъ съ самыми послѣдними усовершенствованіями и приспособленіями, а осо-

тернымъ примѣромъ большихъ распредѣленій надо считать, послѣ всѣмъ извѣстной Ниагарской станціи, недавно оконченную установку въ Рейнфельденѣ. Здѣсь утилизируется теченіе рѣки Рейна для движенія 20 турбинъ по 850 силъ каждая. Часть этихъ турбинъ соединена съ динамомашинами, коихъ токъ тутъ же на мѣстѣ служитъ для электрохимическихъ производствъ, другая же часть вращаетъ Т. Ф. машины напряженіемъ въ 7000 вольтъ. Этотъ токъ доставляется частью по кабелямъ, частью воздушными проводами безчисленному числу маленькихъ де-



Подстанція на Франкфуртской выставкѣ 1891 года—100-сильный трехфазный двигатель Доливо-Добровольскаго и распредѣлительныя доски: для двигателей и для трансформаторовъ.

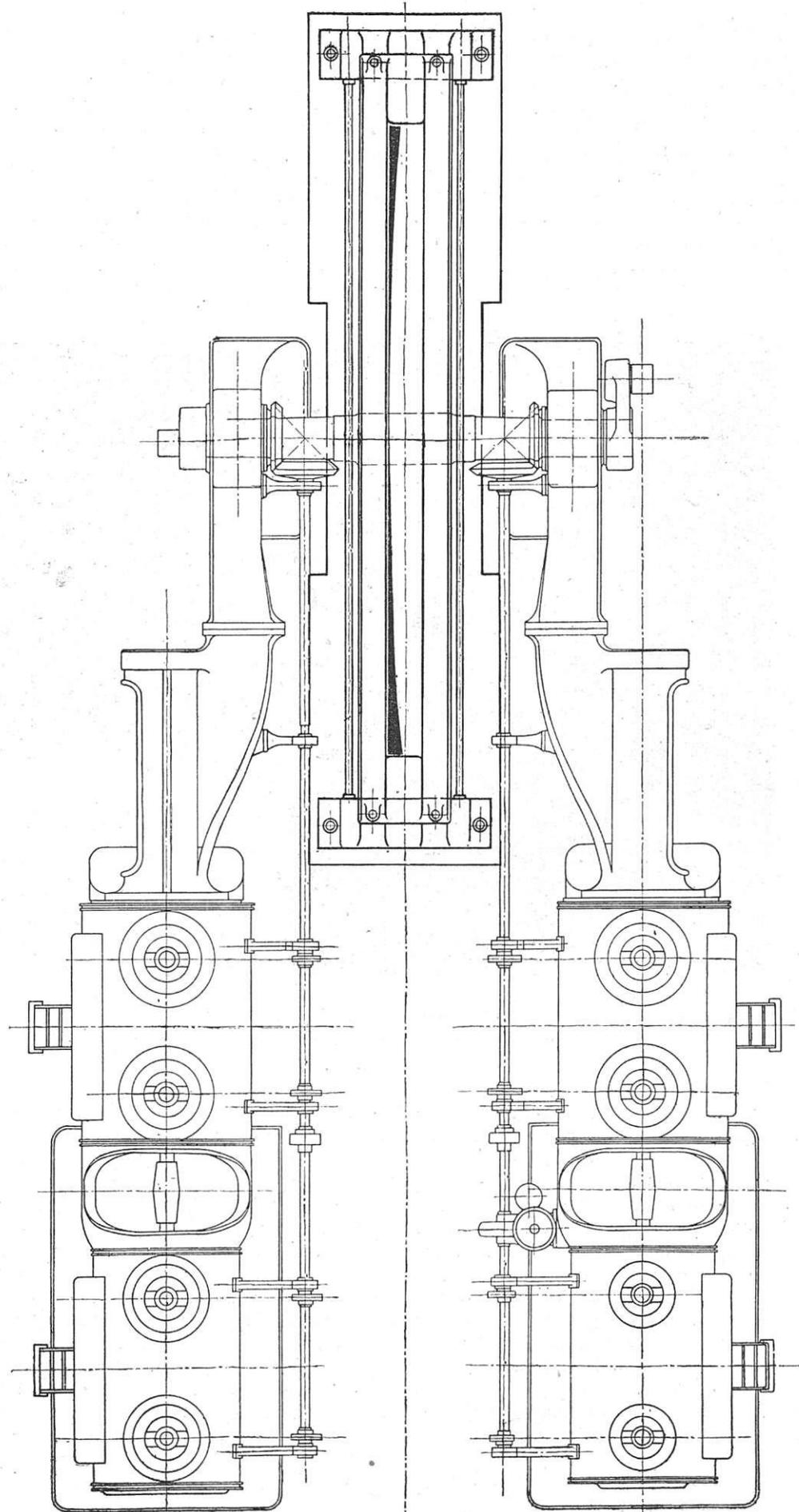
Фиг. 12.

бенно тамъ, гдѣ благодаря выгодному мѣстоположенію имѣется въ распоряженіи дешевая двигательная сила, уже давно подавала поводъ къ планамъ и проектамъ большихъ сѣтей и канализаций. Но лишь со времени введенія Т. Ф. тока явилась возможность приступить къ тому, о чемъ прежде можно было лишь мечтать; причина этого конечно та, что это единственная форма тока изъ пригодныхъ для высокихъ напряженій которая равно хорошо примѣнима какъ для освѣщенія, такъ и для двигателей; безъ послѣднихъ, какъ извѣстно, центральныя станціи не могутъ процвѣтать.

Водяная сила представляетъ типичный источникъ дешевой силы, поэтому наиболѣе харак-

теренъ, городковъ, отдѣльнымъ фабрикамъ, солянымъ промысламъ и т. д. на разстоянія до 20 верстъ. Сѣть проводовъ покрываетъ не только нѣмецкій, но и Швейцарскій берегъ Рейна. Конечно токъ продается по очень дешевому тарифу и, вслѣдствіе этого, уже теперь въ этой мѣстности замѣтно возрастаніе промышленности. Самыя ничтожныя поселенія могутъ себѣ позволить роскошь электрическаго освѣщенія улицъ; возросла и безопасность сельскихъ домиковъ въ пожарномъ отношеніи вслѣдствіе употребленія надежныхъ калильныхъ лампъ.

Аналогичная установка обширнаго распредѣленія построена фирмой А.-Е.-С. въ Силезіи близъ г. Глейвица около 2 лѣтъ тому назадъ;



Паровинамо въ 4000 лощ. силъ.

П л а н ъ.

Фиг. 13.

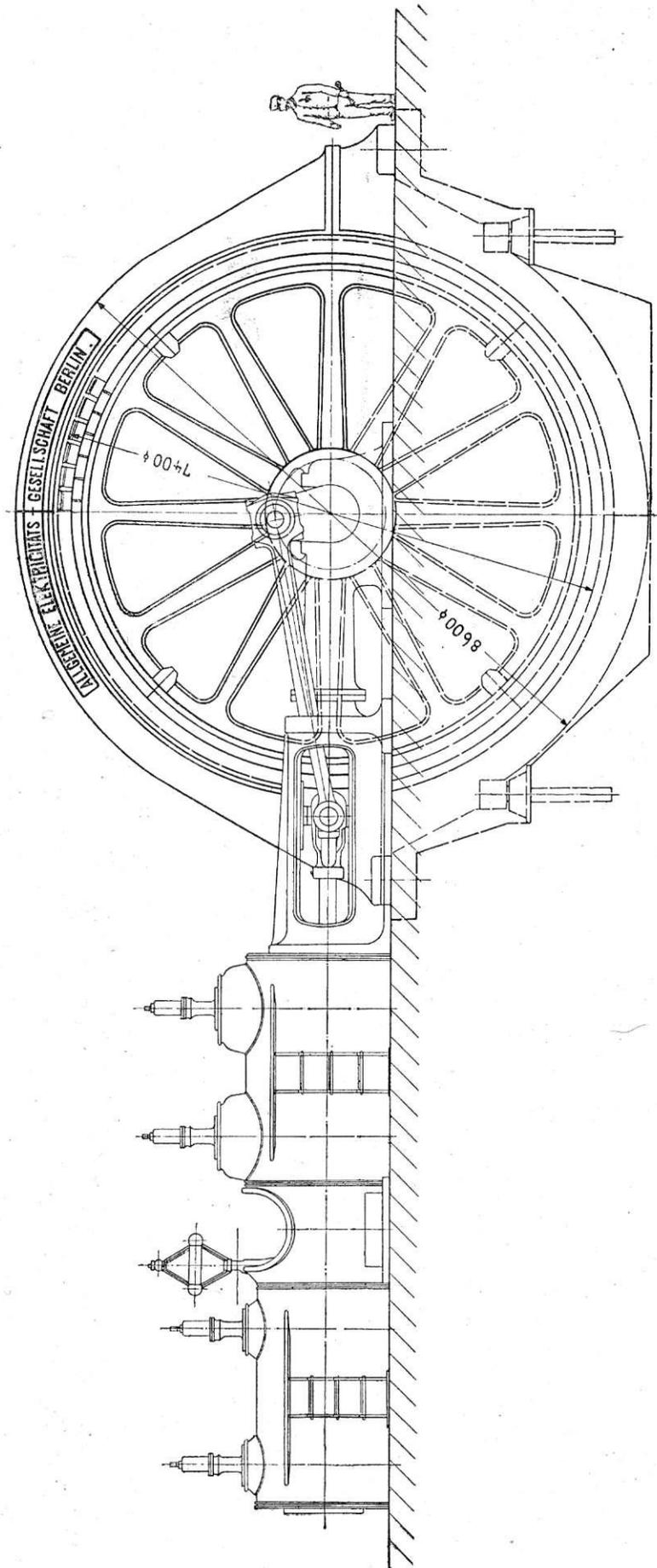
разница только та, что здѣсь положеніе среди каменноугольныхъ копей обуславливаетъ дешевизну силы.

Въ послѣднее время, наконецъ, удалось рѣшить успѣшно вопросъ эксплуатаціи газовъ изъ доменныхъ печей, такъ что многіе десятки тысячъ лошадиныхъ силъ пропадавшихъ почти попусту, стоятъ въ распоряженіи; строяшіяся установки подобнаго рода принимаютъ, конечно форму крупныхъ канализаций силы и освѣщенія.

Не подлежитъ сомнѣнію, что электрическая канализация по цѣлымъ областямъ и провинціямъ приносятъ пользу не только крупной, но главнымъ образомъ мелкой промышленности и ремесленникамъ всякаго рода. Любопытно видѣть, напримѣръ въ Страсбургѣ, какъ крошечныя заведенія, часто съ однимъ только окномъ, выдѣлываютъ макароны, готовятъ колбасы, изготавливаютъ и печатаютъ конверты и т.д. при помощи Т. Ф. двигателей отъ $\frac{1}{2}$ до 5 силъ; повидимому они находятъ въ этомъ приводѣ облегченіе конкуренціи съ большими заведеніями и компаніями.

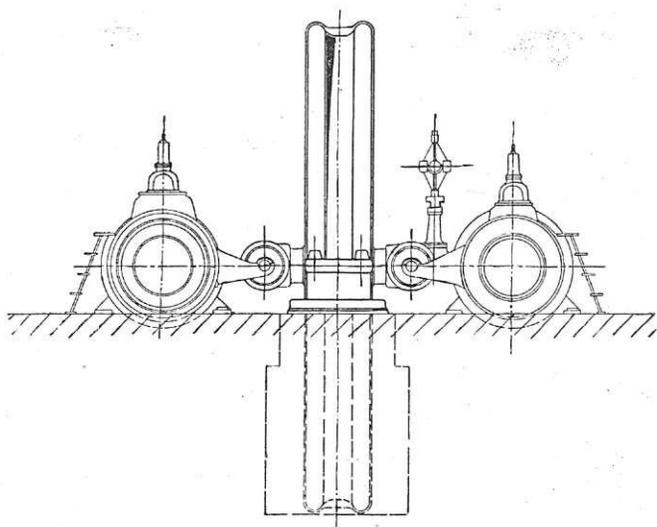
Электрическая канализация дешевымъ токомъ доставляетъ свѣтлое, безопасное и гигиеническое освѣщеніе, она даетъ возможность ставить двигательную силу въ самой раздробленной и простѣйшей формѣ каждому бѣднѣйшему жителю и ремесленнику. Нельзя не предвидѣть вліянія всего этого на мирное и постепенное улучшеніе социальныхъ отношеній.

Т. Ф. токъ сталъ со-



Турбина на 4000 л. силъ.
Видъ спереди.
Фиг. 14.

временнымъ культурнымъ факторомъ; благотворное влияние, которое оказываетъ электротехника на жизнь западныхъ народовъ, не замедлитъ обнаружиться и у насъ на Руси.



Пародинамо въ 4000 л. силъ.

Боковой видъ.

Фиг. 15.

Цѣлью моего доклада было показать, какъ тѣсно связанъ послѣдній прогрессъ электротехники съ развитіемъ системы Т. Ф. тока. Изъ приведенныхъ примѣровъ легко видѣть, къ чему пригодна эта система и съ какимъ вооруженіемъ электротехника переступаетъ черезъ порогъ новаго столѣтія.

Включеніе измѣрительныхъ приборовъ на установкахъ высокаго напряженія.

Разстояніе, на которое нынѣ находятъ возможнымъ передавать электрическую энергію отъ мѣста ея производства, растетъ съ каждымъ днемъ. Слѣдствіемъ сего и, прибавимъ, необходимымъ, съ коммерческой точки зрѣнія, условіемъ является пользование все болѣе и болѣе высокими напряженіями тока. Еще вѣсколько лѣтъ тому назадъ предѣльнымъ напряженіемъ, для передачи силы, считалось напряженіе въ 5.000 вольтъ; теперь же 10.000 вольтъ уже далеко не рѣдкость. Столь значительное напряженіе прежде достигалось повышеніемъ напряженія оковъ путемъ трансформированія ихъ—теперь оно получается непосредственно отъ динамо. Благодаря улучшеннымъ методамъ фабрикаціи машинъ и примѣненію болѣе совершенныхъ изолирующихъ матеріаловъ, изготовленіе небольшихъ динамомашинъ въ 100—150 киловаттъ, производящихъ токъ въ 10.000 вольтъ напряженія, не представляетъ существенныхъ практическихъ трудностей. Такъ какъ въ динамо высокаго напряженія, новѣйшей конструкціи, обмотка высокаго напряженія неподвижна, то не трудно устранить всякую возможность случайнаго къ ней прикосновенія со стороны служащихъ на станціи; подобнымъ же образомъ можно оградить провода, идущіе отъ динамо къ

распределительной доскѣ, такъ что всѣ части станціонной установки, носящія токъ высокаго напряженія, можно сдѣлать вполне безопасными для служащихъ. Сопряженная съ такой установкой опасность во всякомъ случаѣ не больше той, которую представляютъ установки низкаго напряженія.

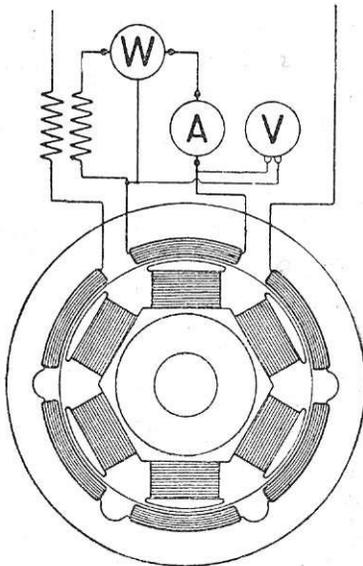
Но если самое производство токовъ высокаго напряженія не представляетъ особенныхъ трудностей, то совершенно обратное представляется по отношенію къ току съ момента его вступленія въ распределительную доску и измѣрительные приборы. При старомъ методѣ повышенія напряженія путемъ трансформированія его, всѣ измѣренія производятся съ токомъ отъ динамомашиной т. е. сравнительно низкаго напряженія, до поступленія его въ трансформаторы; и въ этомъ заключается одно изъ самыхъ серьезныхъ преимуществъ стараго метода. Трансформированіе токовъ въ этой системѣ производится предъ самымъ поступленіемъ тока въ линію. Если же токъ высокаго напряженія получается непосредственно отъ динамомашиной, то, очевидно, онъ долженъ проходить чрезъ всѣ измѣрительные приборы. Главное, наиболѣе существенное затрудненіе представляетъ при этомъ измѣреніе напряженія. Обыкновенно употребляемые магнитные и термические вольтметры съ добавочнымъ сопротивленіемъ почти непримѣнимы въ этихъ случаяхъ вслѣдствіе потребленія ими значительной энергіи, а также вслѣдствіе очень крупной стоимости и значительныхъ размѣровъ соответственныхъ добавочныхъ сопротивленій. Электростатическіе вольтметры, казалось бы на первый взглядъ, были бы здѣсь болѣе умѣстны и предпочтительны; но въ дѣйствительности подобные приборы совершенно не пригодны для техническихъ цѣлей электрометріи на станціяхъ, такъ какъ вслѣдствіе ихъ крайней чувствительности къ механическимъ сотрясеніямъ они не давали бы болѣе или менѣе точныхъ показаній; поэтому въ установкахъ съ напряженіемъ выше 1.000 вольтъ употребляютъ, почти безъ исключенія, особые трансформаторы для питанія вольтметровъ, ваттметровъ, амперметровъ и фазныхъ лампъ; эти трансформаторы носятъ даже особое названіе „измѣрительныхъ“. Это—сравнительно небольшие трансформаторы, соединяемые съ полной обмоткой арматуры динамомашиной; но уже при напряженіи въ 3.000 вольтъ подобный способъ представляетъ существенныя трудности; для болѣе высокихъ напряженій подобные измѣрительные трансформаторы требуютъ особаго тщательнаго изготовленія, во избѣжаніе возможнаго разрушенія изоляціи; кромѣ того, самое изготовленіе ихъ изъ чрезвычайно тонкой проволоки чрезмѣрно удорожаетъ ихъ производство; слѣдуетъ, къ тому же, замѣтить, что несмотря на всю тщательность конструкціи измѣрительныхъ трансформаторовъ и на всѣ возможныя предосторожности, эти трансформаторы представляютъ слабый пунктъ всѣхъ подобныхъ установокъ высокаго напряженія.

Существуетъ еще иной, довольно сходный съ описаннымъ методъ измѣренія очень высокихъ напряженій. Сущность послѣдняго метода заключается въ томъ, что для измѣренія напряженій пользуются не полнымъ напряженіемъ динамомашиной, а лишь частью его, включая вольтметръ лишь на нѣкоторую, сравнительно малую часть обмотки арматуры, напримѣръ, на одну только катушку ея. Такимъ образомъ измѣряютъ только опредѣленную долю полнаго напряженія динамомашиной, и для опредѣленія послѣдняго умножаютъ показаніе вольтметра на опредѣленный коэффициентъ. Этотъ методъ уже примѣненъ на довольно большомъ числѣ станцій; но ему свойственъ тотъ существенный недостатокъ, что измѣрительные приборы находятся въ непосредственномъ соединеніи съ обмоткою высокаго напряженія, а потому неосторожное прикосновеніе къ нимъ чрезвычайно небезопасно. Включеніе, между измѣрительной катушкой *) и вольтметромъ, особаго (такъ наз.

*) Измѣрительными катушками въ настоящей статьѣ названы, для краткости, витки обмотки арматуры, работающія на измѣрительные приборы.

„изолирующего“) трансформатора мало помогает в этом случае, так как при этом от обмотки высокого напряжения удаляются только вольтметры, а ваттметры и амперметры остаются на ней попрежнему. Применение же „изолирующих“ трансформаторов и для этих последних аппаратов сопряжено было бы с тем существенным недостатком, что действующее в этих измерительных приборах напряжение было бы сдвинуто в фазу относительно рабочего напряжения всей установки.

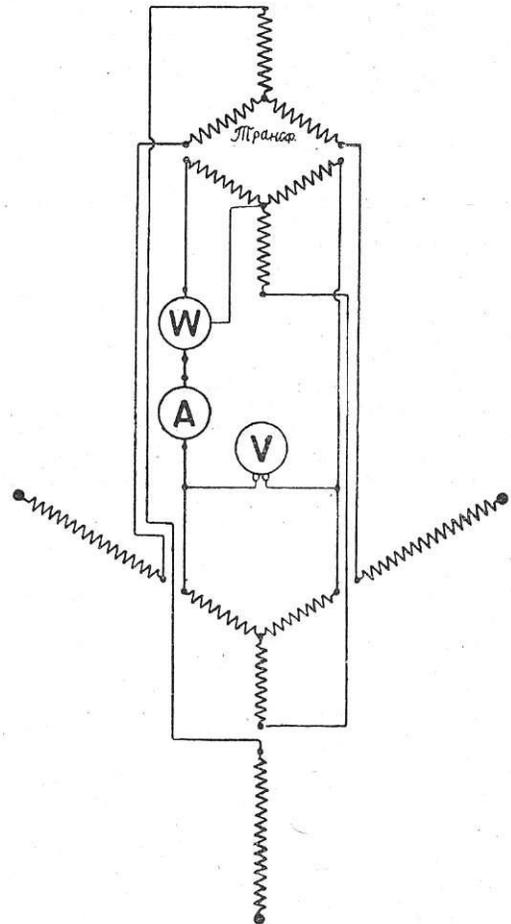
Этот недостаток вполне устранен в методѣ, принятом на установках „Электрического Общества, бывш. В. Ламейеръ и К^о“ и имѣющемъ цѣлю—питание всехъ измерительныхъ приборовъ, какъ то: вольтметра, амперметра, ваттметра и фазныхъ ламп, токомъ низкаго напряжения и при томъ такъ, что высокое напряжение, возбуждаемое самою динамомашиной, не поступаетъ въ названные приборы, а потому прикосновение къ нимъ не сопряжено съ опасностью для жизни. Это достигнуто въ указанномъ методѣ тѣмъ, что нѣсколько витковъ обмотки динамомашиннаго высокого напряжения не находятся въ непосредственной связи съ прочими витками ея, а идутъ къ трансформатору, вторичная обмотка котораго включена послѣдовательно въ цѣпь обмотки. Такой способъ включения схематически представленъ на фиг. 16; напряжение, действующее



Фиг. 16.

въ отдѣльныхъ виткахъ обмотки, составляетъ, очевидно, лишь нѣкоторую долю полнаго напряжения динамомашиннаго, и вольтметръ V можетъ быть включенъ въ ихъ цѣпь безъ помощи какихъ-либо вспомогательныхъ приспособлений. Сила тока, питающаго амперметръ A, зависитъ, конечно, отъ коэффициента трансформации трансформатора. Если этотъ коэффициентъ равенъ единицѣ, то сила тока, протекающаго чрезъ обмотки амперметра A и ваттметра W, въ точности равна силѣ тока обмотки динамомашиннаго, такъ что названные приборы также могутъ быть применены для непосредственнаго измерения силы и мощности тока. Итакъ, преимущество описываемаго метода заключается въ томъ, что энергія единственной катушки обмотки динамо не поступаетъ въ распределительную сѣть непосредственно, но лишь съ помощью трансформатора, съ коэффициентомъ 1. Если бы отдача этого трансформатора составляла 100%, то энергія, поглощаемая его первичной обмоткой, была бы точно равна энергій его вторичной обмотки, т. е. полной энергій обмотки, дѣленной на число всехъ ея катушекъ. Въ действительности, однако, въ трансформаторѣ неизбежны нѣкоторыя потери, отчасти

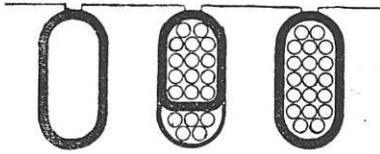
въ его желѣзѣ, отчасти въ мѣди. Вторая потеря проявляется лишь въ томъ, что напряжение во вторичной обмоткѣ его нѣсколько ниже, чѣмъ напряжение, действующее въ мѣрильной катушкѣ; это уменьшение по незначительности своей не отзывается сколько-нибудь замѣтно на полномъ напряженіи динамомашинны. Потери же въ желѣзѣ напротивъ требуютъ непремѣнно компенсации, для чего мѣрильная катушка должна давать нѣсколько большую энергію, нежели каждая изъ прочихъ катушекъ обмотки. Вслѣдствіе этого ваттметръ, строго разсуждая, даетъ невѣрные показанія; но при надлежащей конструкціи и тщательномъ изготовленіи трансформатора погрѣшность въ показаніяхъ ваттметра не превосходитъ 1%. Включение измерительныхъ приборовъ въ цѣпь машиннаго трехфазнаго тока производится совершенно подобнымъ образомъ. Это включение показано схематически на фиг. 17.



Фиг. 17.

Въ практическихъ примѣненіяхъ описаннаго способа число отвѣтвляемыхъ витковъ обмотки играетъ очень существенную роль. Въ случаѣ тихоходной многополюсной динамомашинны выдѣляютъ въ мѣрильную цѣпь одну изъ катушекъ обмотки, какъ это и показано на фиг. 16. Такъ, если въ динамомашинѣ простаго переменнаго тока въ 100 киловаттъ и 10.000 вольтъ, при 50 періодахъ въ секунду и 90 оборотахъ индуктора въ минуту, напряжение каждой отдѣльной катушки составляетъ 150 вольтъ, то одна изъ этихъ катушекъ вполне можетъ служить мѣрильной катушкой. Такъ какъ въ этомъ случаѣ сила тока обмотки равна 10 амп., то въ мѣрильной цѣпи также долженъ протекать токъ въ 10 амп., и слѣдовательно, трансформаторъ долженъ работать подъ нагрузкой въ

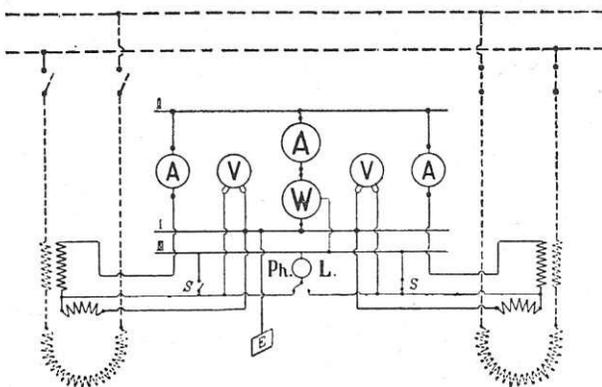
1,5 киловатта. А такъ какъ при этомъ и первичное и вторичное напряженіе трансформатора равно 150 вольтамъ, то, очевидно, такой трансформаторъ значительно дешевле и въ то же время гораздо менѣе опасенъ, нежели мѣрительный трансформаторъ на $10.000 : 150$ вольтъ. Въ быстроходныхъ динамомашинахъ съ небольшимъ числомъ полюсовъ пользование, для измѣреній, цѣлю катушкой уже не представляется удобнымъ, такъ какъ ея напряженіе было бы все-таки слишкомъ высоко, и кромѣ того, трансформаторъ надо бы построить для высокаго напряженія. Въ такомъ случаѣ обмотка одной катушки раздѣляется на двѣ части, изъ которыхъ только одна (съ прилично подобраннымъ числомъ витковъ) соединяется съ цѣлью измѣрительныхъ приборовъ. На фиг. 18 представлено практическое примѣне-



Фиг. 18.

неніе этого способа; витки, лежащіе внѣ слюдяной трубки, служатъ для включенія въ цѣпь измѣрительныхъ приборовъ. Дальнѣйшее развитіе описаннаго прибора, представленнаго схематически на фиг. 16, изображено, — въ примѣненіи къ центральной станціи съ нѣсколькими динамомашиннами, — на фиг. 19.

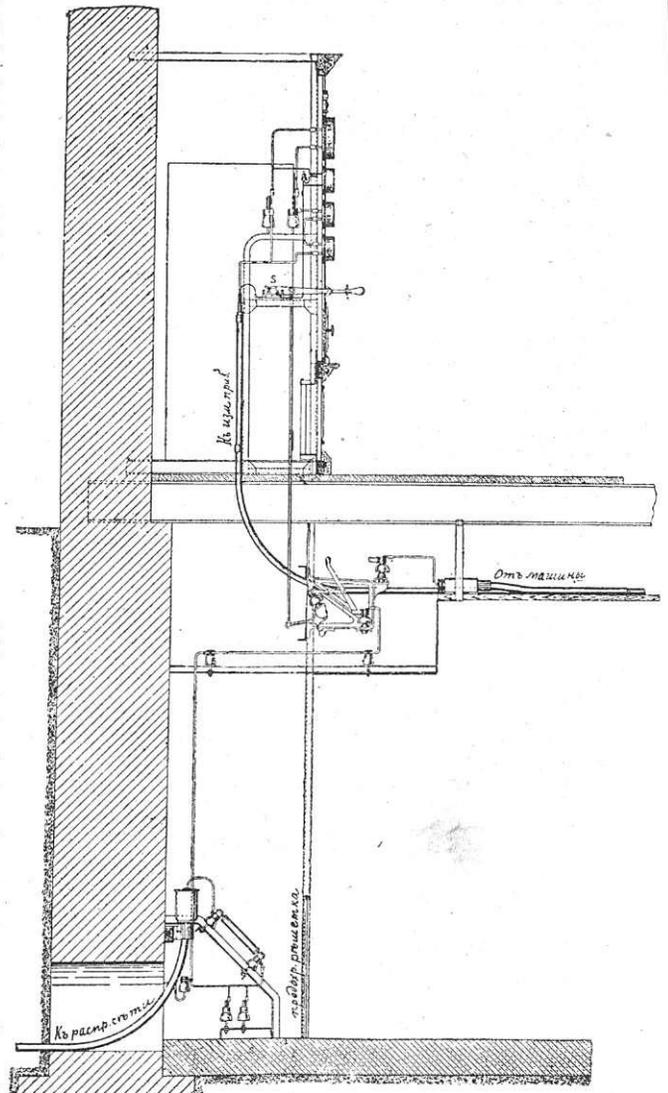
Какъ видно на этой схемѣ, токъ всѣхъ мѣрительныхъ катушекъ поступаетъ въ сборную полосу I; отсюда онъ проходитъ черезъ главный ваттметръ и главный амперметръ распределительной доски, а также и черезъ непоказанный на фиг. счетчикъ, и затѣмъ поступаетъ въ сборную полосу II. Отсюда токъ направляется, черезъ амперметръ соответственной машины, въ отдѣльный вспомогательный трансформаторъ и, наконецъ, направляется обратно въ мѣрительную катушку. Другой полюсъ всѣхъ мѣрительныхъ катушекъ находится въ соединеніи съ сборной полосой III, на которую включены фазныя лампы; послѣднія, при помощи особаго выключателя, можно включать на ту или другую динамомашину. Мѣрительныя катушки неработающихъ динамомашинъ должны быть, конечно, уединены отъ сборной полосы III. Для этой цѣли служитъ небольшой вспомогательный выключатель S, механически соединенный съ главнымъ выключателемъ машины. На фиг. 19 всѣ провода низкаго напряженія представлены



Фиг. 19.

въ видѣ силовыхъ линий, а провода и собирательныя полосы высокаго напряженія — пунктирными. Какъ легко видѣть на этой фиг., токъ высокаго напряженія проходитъ лишь черезъ вторичную обмотку трансформатора

и затѣмъ непосредственно поступаетъ въ выключатели и сборныя полосы высокаго напряженія. Послѣднія, какъ показано на фиг. 20, помѣщаются въ подвалахъ



Фиг. 20.

машиннаго зданія, такъ что распределительная доска совершенно свободна отъ проводниковъ высокаго напряженія. Такъ какъ, кромѣ того, зажимы высокаго напряженія динамомашинны помѣщаются въ нижней части машинъ, около фундамента, то провода высокаго напряженія совершенно не поступаютъ въ помѣщеніе для машинъ, а непосредственно направляются къ находящимся въ подвалѣ же концамъ кабелей распределительной сѣти. Наконецъ, для большей безопасности лицъ, управляющихъ распределительной доской, примѣняется еще одно предохранительное средство: мѣрительная цѣпь соединяется съ землей.

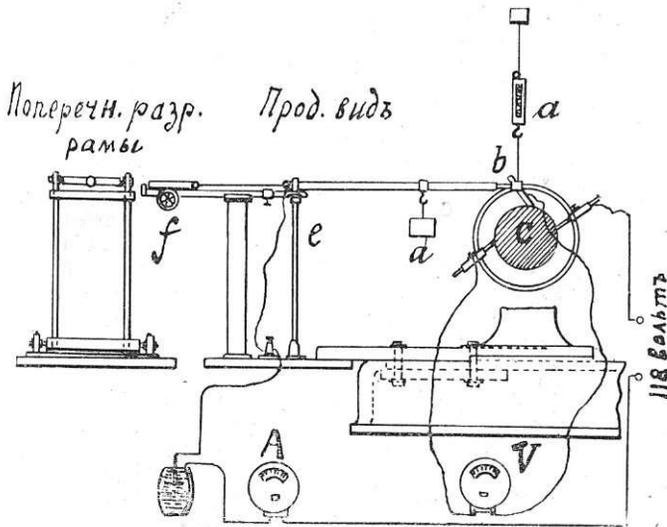
При примѣненіи описаннаго метода къ машинамъ однофазнаго тока, въ которыхъ число катушекъ равно числу полюсовъ, получается слѣдующее очень существенное преимущество. Такъ какъ въ такихъ машинахъ послѣдняя катушка находится непосредственно рядомъ съ первой и такъ какъ въ каждой катушкѣ дѣйствуетъ полное напряженіе динамомашинны, то опасность короткаго замыканія не вполне устранена въ этихъ динамо. Эта опасность ослабляется въ весьма значительной степени тѣмъ, что мѣрительную катушку помѣщаютъ между первой и послѣднею катушками арматуры.

„Электрическое Общество, бывш. В. Ламейр и К^о“ вводит описанную систему включения измерительных приборов на всех своих установках высокого напряжения. На завод Общества в Вислох, работающем простым переменным током в 10.000 вольт, система эта уже введена и работает с полным успехом.

Электрическое и механическое сопротивление щеток динамомашин.

Несмотря на все практическое значение вопроса касательно электрического и механического сопротивления щеток динамомашин, сведения, относящиеся к этому вопросу были до последнего времени недостаточно полны; желание пополнить этот важный пробел в электротехнике побудил произвести некоторые исследования в этой области, что и было сделано в Электротехнической Лаборатории Колумбийского Университета.

Прибор, при помощи которого были произведены эти опыты, изображенный схематически на фиг. 21, имеет следующее устройство.



Общий вид прибора и схема соединений.

- a—пружинные вѣсы;
- b—испытуемая щетка;
- c—коллекторъ;
- d—подвижный грузъ;
- e—качающаяся рама;
- f—перемѣщающиеся пружинные вѣсы;
- A—амперметръ;
- V—вольтметръ.

Фиг. 21.

Чугунная стойка прикреплённая к деревянной раме, поддерживала мѣдный прямоугольник, по которому легко могла скользить другая, также мѣдная рама, имѣющая на одномъ изъ своихъ концовъ, на нижней сторонѣ, U—образную выемку. Рама состояла изъ двухъ длинныхъ стальныхъ трубъ, входящихъ вверху и внизу соответственно въ двѣ мѣдныхъ поперечины; нижняя изъ нихъ имѣла на своихъ концахъ два цилиндрическихъ отверстия, для вставления остро заточенныхъ винтовъ, упирающихся въ деревянную раму. Въ верхней поперечинѣ имѣлись два подобныхъ винта для установки стержня, несущаго на другомъ своемъ концѣ испытываемую щетку b.

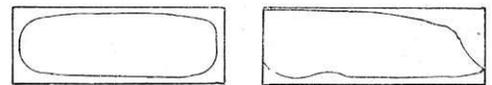
Отсюда каждое движение рамы было слѣдствиемъ вращения коллектора, находящагося въ соприкосновеніи со щеткой. Сама щетка могла быть повернута на какой угодно уголъ и такимъ образомъ приложена къ

коллектору. Стержень, снабженный щеткою, былъ хорошо уравновѣшенъ при помощи пружины a и однимъ концомъ прикреплёнъ къ подвижной пружинѣ f, такъ что онъ лежалъ на коллекторѣ, не производя на него вначалѣ никакого давления. Къ стержню подвѣшивались грузы d такого заранее определённого вѣса, чтобы произвести строго определённое давление въ точкахъ соприкосновения щетки и коллектора.

Для приведения тока къ испытываемой щеткѣ былъ применёнъ весьма гибкій кабель, прикреплённый однимъ концомъ къ стержню испытываемой щетки, а другимъ концомъ къ рабочей щеткѣ машины. Коллекторъ ея имѣлъ короткую обмотку, всего лишь 30 оборотовъ мѣдной проволоки, и содержалъ 48 пластинъ.

Динамо, на которой былъ произведёнъ первый рядъ опытовъ, была типа Эдисона, вертикальная въ 35 к.в.

При постепенномъ давленіи и при переменномъ силѣ тока были получены нѣкоторые интересные результаты, а именно, что сопротивление контакта измѣняется обратно пропорціонально силѣ тока. Это было замѣчено во всѣхъ случаяхъ и со всѣми испытываемыми, щетками, угольными, графитными, изъ листовой мѣди и изъ мѣдныхъ стѣтокъ. Въ виду того, что эти опыты продолжались въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, были приложены всѣ старанія, чтобы сохранить тождественность условий; такъ, не только были употребляемы тѣ же самые приборы и провода, но и коллекторъ постоянно тщательно очищали стеклянной бумагой; вдобавокъ къ этому, щетки были тщательно прилаживаемы къ коллектору. Мѣдные щетки требовали незначительнаго ухода послѣ первой установки; не то было съ угольными и графитными. Онѣ требовали ежедневной установки и послѣ каждого дня испытанія принимали форму, сходную съ изображенною на диаграммѣ фиг. 22. Наблѣде-



Графитъ.

Уголь.

Фиг. 22.

ніи, произведенныя надъ другими машинами, привели точно къ такимъ же результатамъ.

Послѣ тщательной очистки коллектора стеклянной бумагой, сопротивление мѣдной щетки падало почти до нуля, но это длилось всего нѣсколько секундъ. Это замѣчалось только въ случаѣ щетокъ изъ листовой мѣди. При угольныхъ щеткахъ приходилось прилагать къ нимъ давленіе, около 2 англ. фунт., такъ какъ безъ этого при большихъ нагрузкахъ стрѣлка вольтметра такъ сильно колебалась, что не было никакой возможности произвести точный отсчетъ.

Это наблюдалось также и при графитныхъ щеткахъ, хотя и не въ такой сильной степени. Эти результаты были занесены въ таблицы и пояснены кривыми, прилагаемыми ниже.

Мѣдная щетка была подвергнута испытанію также и на чугунномъ шкивѣ; кромѣ того одна щетка была отлита изъ бабита и испытанія съ ней производились на томъ же самомъ приборѣ, который былъ описанъ выше. Когда поверхность шкива была сухая, получаемые результаты вообще не были хороши. Щетка давала сильные искры, а при 10 амперахъ и при болѣе высокомъ напряженіи, она начинала уже расплавляться. Однако, когда поверхность шкива была смазана машиннымъ масломъ, — результаты были совершенно противоположные, — трущаяся поверхность дѣлалась гладкою, отдѣленіе искръ не замѣчалось, а слѣдовательно не происходило и расплавленія. Шкивъ должно было постоянно смазывать масломъ, потому что по мѣрѣ высыхания масла, отъ него отстаютъ твердыя частицы, которыя значительно увеличиваютъ треніе.

Результаты полученных опытов были сформулированы в следующих положениях:

1) Сопротивление всех щеток изменяется обратно пропорционально силе тока.

2) Сопротивление остается приблизительно постоянным при увеличении давления, изменяясь заметно только при токах низкого напряжения.

3) Падение напряжения во всех щетках остается почти без изменения, возрастая незначительно при увеличении силы тока.

4) Касательное усилие на поверхности всех щеток возрастает с увеличением давления.

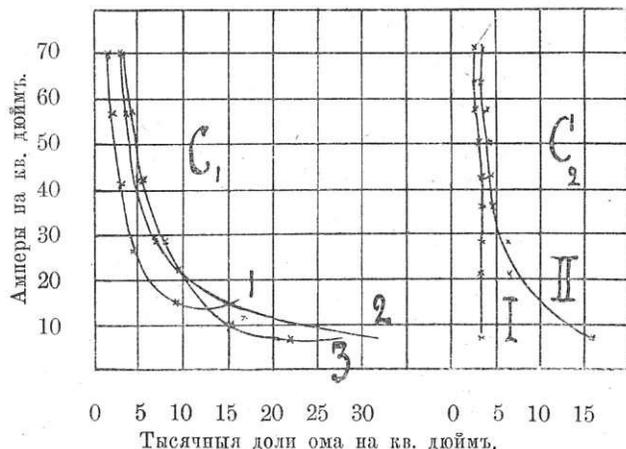
5) Касательное усилие на поверхности щеток из листовой меди и медной сетки обыкновенно возрастает с увеличением тока, но не одинаково.

6) Касательное усилие на поверхности щеток угольной и графитной уменьшается с увеличением силы тока. Это особенно верно в случае угольной щетки при скоростях в $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ нормальной. В случае же графитной щетки, усилие возрастает с увеличением тока при скорости в $\frac{3}{4}$.

7) Касательное усилие значительно уменьшается при коллекторе, смазанном маслом. В случае щеток графитной и угольной и при низких давлениях, трение незначительно возрастает.

8) Для медных щеток, при скорости $\frac{1}{2}$, касательное усилие или трение значительно возрастает; при скорости в $\frac{3}{4}$ возрастание весьма незначительное. Для обоих скоростей сопротивление одинаково за исключением случая токов низкого напряжения.

9) При чугунном шкиве сопротивление медной щетки значительно уменьшается, между тем как трение остается то же самое.



Кривые сопротивления щеток из листовой меди.

C₁—при сухом коллекторе:

- 1—давление в 1,4 анг. ф. на кв. дм.
2— " " 5,7 анг. унц. " " "
3— " " 8,6 " " " " "

C₂—при коллекторе, смазанном маслом:

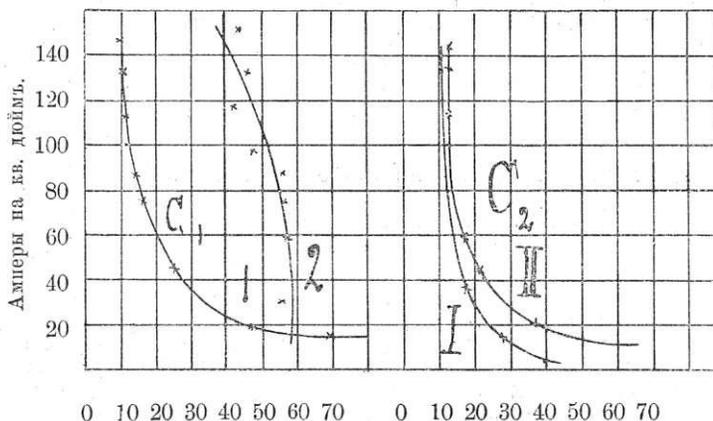
- I—давление в 2,9 анг. ф. на кв. дм.
II— " " 1,4 " " " " "

Фиг. 23.

10) В случае медной сетки и графита результаты замечаются те же при полной скорости, что и при скоростях в $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$.

11) Для графитных щеток касательное усилие больше, а сопротивление меньше при $\frac{1}{2}$ скорости, но при

$\frac{3}{4}$ скорости усилие опять становится приблизительно то же самое, что и при полной скорости, хотя сопротивление становится меньше.



Тысячные доли ома на кв. дюйм.

Кривые сопротивления для угольных щеток.

C₁—при сухом коллекторе:

- 1—давление в 27,9 анг. ф. на кв. дм.
2— " " 13,2 " " " " "

C₂—при коллекторе, смазанном маслом:

- I—давление в 13,2 анг. ф. на кв. дм.
II— " " 19,1 " " " " "

Фиг. 24.

12) При медных щетках движение более мягкое, падение напряжения более постоянное и явление искры при аккуратной установке щеток, замечается не такое сильное, как то имеет место в случае графитных и угольных щеток.

Результаты опытов со щеткой из бабита следующие:

1) Сопротивление и касательное усилие изменяются так же, как и при других щетках.

2) В случае сухого коллектора—чрезвычайно сильное отделение искры, плавление щетки и дрожание, сопровождающиеся сильным шумом.

3) При смазывании коллектора маслом работа щетки гораздо лучше, чем всех других щеток. Падение напряжения более постоянное; абсолютное отсутствие искры, а трение в $1\frac{1}{2}$ раза слабее, чем при медной щетке.

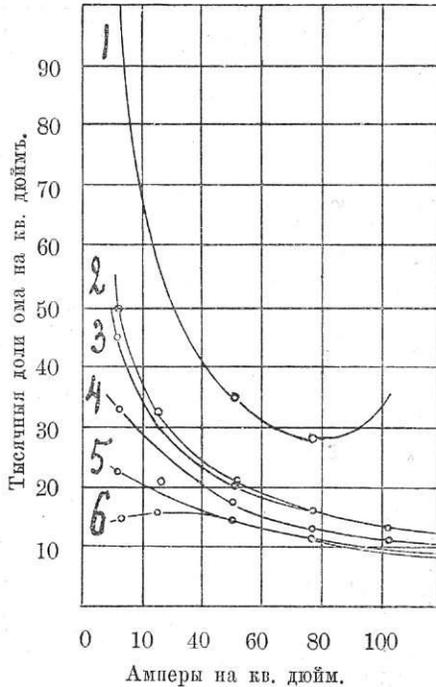
4) Те же результаты дает смазывание керосином, и если бы не слишком интенсивная испаряемость керосина, результаты, можно думать, были бы еще лучше.

5) Трение увеличивается вместе с увеличением силы тока. Смазанный маслом коллектор в большинстве случаев уменьшает сопротивление щеток из медных сеток. Кривые, представленные на фиг. 23 и 24, показывают результаты опытов, произведенных над угольными и медными щетками в случае коллектора сухого и смазанного маслом.

Для вычисления сопротивления щеток при большом коллекторе, были произведены опыты с одной из динамомашин Колумбийского Университета, в 200 киловатт, имеющей следующие данные. Число рядов щеток—8, число щеток в ряду—8, диаметр коллектора—2 ф. 8 дм., длина коллектора—1 ф. 9 дм., ширина пластин коллектора—0,34375 дюйма, расстояние от центра до центра стальных пластинок в коллекторе— $\frac{3}{8}$ дюйма, число пластин—268, скорость—101 оборот в минуту, периферическая скорость коллектора—846 фут в минуту. Прибор для производства опытов был взят тот же, как и при предыдущих опытах. Соединения были те же самые. Ток был пущен в машину одним рядом щеток; проходя через

обмотку арматуры, онъ шелъ вверхъ къ пластинкамъ коллектора, а отсюда уже направлялся черезъ испытываемую щетку. Чтобы предупредить падение напряжения тока, происходящее всегда во время прохождения его черезъ обмотку арматуры, щетка, соединенная съ вольтметромъ была помещена на той же самой пластинѣ коллектора, какъ и испытываемая; для первой щетки была приспособлена мѣдная пластинка, могущая двигаться впередъ и назадъ.

Когда машина находилась въ движеніи, остаточный магнетизмъ возбуждалъ токъ низкаго напряжения, идущій черезъ арматуру. Короткое замыканіе въ обмоткѣ заключало въ себѣ причину появленія искръ и также незначительное измѣненіе въ напряженіи тока, которое сначала было трудно уловить въ случаѣ щетки изъ листовой мѣди, но это было сведено до минимума путемъ



Кривыя силы тока въ контактѣ для угольныхъ щетокъ, при сухомъ коллекторѣ.

1—	давленіе въ	3	анг. ф. на кв. дм.
2—	"	2,6	" " " "
3—	"	1,3	" " " "
4—	"	5,9	" " " "
5—	"	10,3	" " " "
6—	"	15,4	" " " "

Фиг. 25.

употребленія узкой щетки, которую помещали по возможности ближе къ среднему положенію. Паденіе напряжения тока довольно скоро устраняли, передвигая щетку, соединенную съ вольтметромъ, впередъ и назадъ до тѣхъ норъ, пока стрѣлка вольтметра не оставалась на нуль, и только послѣ этого токъ пускали въ машину. На это требовалось довольно продолжительное время, такъ какъ малѣйшее измѣненіе въ положеніи испытываемой щетки причиняло отклоненіе стрѣлки вольтметра.

Для щетокъ угольныхъ и графитныхъ было возможно прилагать меньшія давленія, чѣмъ въ предыдущихъ опытахъ, безъ появленія искръ. При сухомъ коллекторѣ не было искръ и при такихъ низкихъ давленіяхъ, какъ 3 англ. фунта на квадратный дюймъ для графитныхъ щетокъ, и 1,3 ф. на кв. дм. для угольныхъ; въ случаѣ же коллектора, смазаннаго масломъ, предыдущія давленія, при сильныхъ токахъ, вызывали появле-

ніе искръ. Обѣ щетки, графитная и угольная, тщательно прилаживались къ коллектору.

Цилиндровое масло не рекомендуется, такъ какъ оно слишкомъ плотно и оставляетъ на поверхности коллектора тѣлѣя полосы накали, сильно увеличивающей сопротивление контакта и поддающуюся удаленію только помощью усиленной очистки стеклянной бумагой.

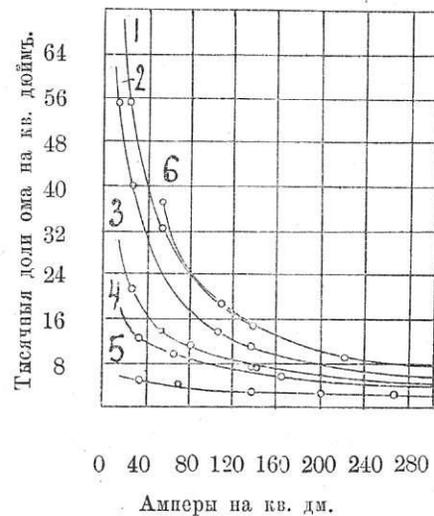
Машинное же масло имѣетъ значительное преимущество, такъ какъ не оставляетъ послѣ себя никакой накипи и, кромѣ того, уменьшаетъ сопротивление мѣдныхъ щетокъ.

Вышеупомянутые опыты привели къ слѣдующимъ заключеніямъ:

Коллекторъ сухой.

1) Касательное усиліе возрастаетъ вмѣстѣ съ давленіемъ.

2) Касательныя усилія щетокъ уменьшаются въ слѣдующемъ порядкѣ: листовая мѣдь, мѣдная сѣтка, уголь, графитъ.



Кривыя силы тока въ контактѣ для щетокъ изъ листовой мѣди при сухомъ коллекторѣ.

1—	давленіе въ	1,32	анг. ф. на кв. дм.
2—	"	2,7	" " " "
3—	"	6,3	" " " "
4—	"	13,3	" " " "
5—	"	40,	" " " "
6—	"	1,	" " " "

Фиг. 26.

Коллекторъ, смазанный масломъ.

1) Касательное усиліе увеличивается съ давленіемъ, но не пропорціонально давленію.

2) Въ предѣлахъ отъ 2 до 7 фунт. давленія на кв. дюймъ, но при отсутствіи тока касательное усиліе въ случаѣ мѣдной сѣтки незначительно болѣе, чѣмъ въ случаѣ листовой мѣди; въ предѣлахъ отъ 3 1/2 до 15 фунтовъ и при отсутствіи тока, усиліе при графитѣ превосходитъ усиліе при углѣ; въ предѣлахъ же отъ 2 1/2 до 8 1/2 фунт. давленія, усиліе въ случаѣ мѣдной сѣтки и листовой мѣди болѣе, чѣмъ при углѣ и графитѣ.

3) Касательное усиліе въ случаѣ щетокъ угольныхъ и изъ мѣдной сѣтки уменьшается съ увеличеніемъ тока.

4) При отсутствіи тока масло увеличиваетъ касательное усиліе.

Коллекторъ сухой.

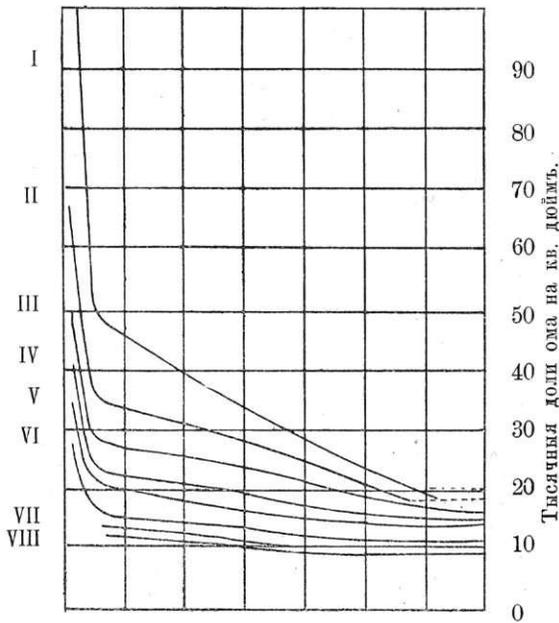
1) Сопротивленіе измѣняется обратно силѣ тока. Это измѣненіе весьма значительно при токахъ низкаго напряжения и мало при токахъ высокаго напряжения, при-

ближаясь въ этомъ случаѣ къ нѣкоторому постоянному сопротивленію, какъ къ предѣлу.

2) Сопротивленіе измѣняется вмѣстѣ съ давленіемъ; при слабыхъ давленіяхъ это измѣненіе весьма велико только до извѣстнаго критическаго момента, перейдя который оно быстро и значительно падаетъ.

3) При слабыхъ токахъ давленіе значительнѣе всего отражается на измѣненіи сопротивленія. Съ увеличеніемъ силы тока критическая точка становится болѣе замѣтной и соответствуетъ меньшему давленію, между тѣмъ какъ увеличеніе давленія за этой критической точкой оказываетъ все меньшее и меньшее дѣйствіе, пока, наконецъ, съ увеличеніемъ давленія

Давленіе въ англ. фунт. на кв. дюймъ.
0 2 4 6 8 10 12



Кривыя сопротивленія въ контактѣ для угольныхъ щетокъ, при сухомъ коллекторѣ.

I—при 10 ампер. на кв. дм.	V—при 50 ампер. на кв. дм.
II— " 20 " " " "	VI— " 75 " " " "
III— " 30 " " " "	VII— " 100 " " " "
IV— " 40 " " " "	VIII— " 125 " " " "

Фиг. 27.

нія или силы тока, это дѣйствіе дѣлается едва замѣтнымъ.

4) Въ случаѣ щетки изъ мѣдной сѣтки замѣчается неопредѣленность критической точки.

5) Сопротивленіе угольной щетки немного менѣе чѣмъ графитной.

6) Сопротивленіе щетки изъ листовой мѣди при очень слабыхъ токахъ почти то же самое, какъ и щетки изъ мѣдной сѣтки, но при очень сильныхъ токахъ оно превосходитъ послѣднее.

7) Сопротивленіе угольныхъ и графитныхъ щетокъ значительно превосходитъ сопротивленіе мѣдныхъ.

Коллекторъ смазанный.

1) Цилиндровое масло увеличиваетъ сопротивленіе графитныхъ щетокъ, особенно при слабыхъ токахъ; въ случаѣ угля и при очень слабыхъ токахъ, сопротивленіе увеличивается, но и при сильныхъ токахъ оно почти то же самое.

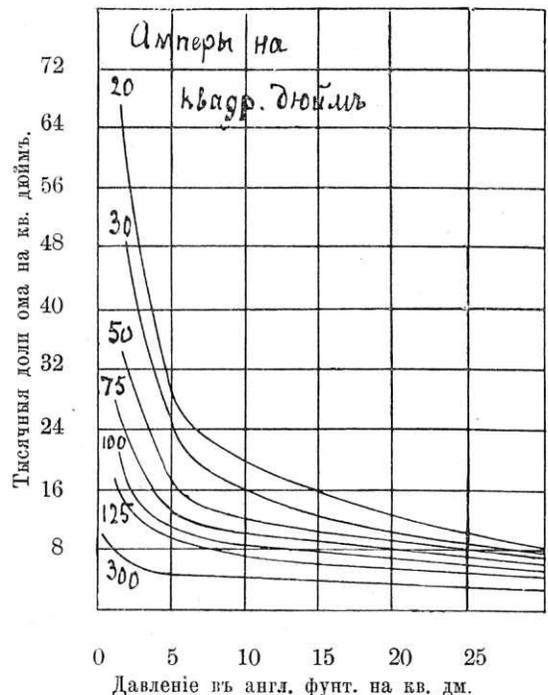
2) Машинное масло уменьшаетъ сопротивленіе щетокъ изъ листовой мѣди при малыхъ давленіяхъ; это особенно замѣтно въ случаѣ щетки изъ мѣдной сѣтки.

Далѣе приводятся сравненія явленій, замѣчаемыхъ при большихъ и малыхъ коллекторахъ, при периферической скорости 850 футъ въ минуту.

Коллекторъ сухой.

1) Касательное усиліе при графитныхъ щеткахъ и листовой мѣди въ случаѣ большого коллектора значительно менѣе, чѣмъ при маломъ; это же касательное усиліе, при отсутствіи тока и при давленіи до 6 фунтовъ на квадрат. дюймъ, незначительно уменьшается для щетокъ изъ мѣдной сѣтки; перехода нѣкоторый предѣлу, оно начинаетъ возрастать; для угольныхъ—уменьшеніе касательнаго усилія происходитъ до 13 ф давленія, а съ переходомъ за этотъ предѣлу оно становится равнымъ сопротивленію графитной.

2) При малыхъ коллекторахъ касательныя усилія уменьшаются въ слѣдующемъ порядкѣ наименованія материала щетокъ: листовая мѣдь, графитъ, уголь, мѣдная сѣтка (при отсутствіи тока).



Кривыя сопротивленія въ контактѣ для щетокъ изъ листовой мѣди, при сухомъ коллекторѣ.

Фиг. 28.

3) При большихъ коллекторахъ, въ случаѣ угольныхъ и графитныхъ щетокъ, усиліе остается почти постояннымъ съ увеличеніемъ тока; при маломъ коллекторѣ, оно уменьшается.

Коллекторъ смазанный.

1) При большихъ коллекторахъ масло обыкновенно увеличиваетъ касательное усиліе, между тѣмъ какъ при малыхъ коллекторахъ (скорость 1.580 ф.) въ случаѣ мѣдныхъ щетокъ оно уменьшается, за исключеніемъ очень малыхъ давленій.

2) При малыхъ коллекторахъ (скорость 1.580 ф.) машинное масло значительно уменьшаетъ сопротивленіе щетокъ изъ мѣдной сѣтки и листовой мѣди; при слабыхъ токахъ это особенно замѣтно въ послѣднемъ случаѣ; уменьшеніе сопротивленія происходитъ также при сильныхъ токахъ въ случаѣ щетокъ изъ листовой мѣди.

3) При малыхъ коллекторахъ (скорость 1.580 фут.) касательное усиліе незначительно уменьшается при уве-

личеніи силы тока въ случаѣ щетокъ графитныхъ и изъ мѣдной сѣтки. Это также справедливо и для угольныхъ щетокъ, но не во всѣхъ случаяхъ.

Коллекторъ сухой.

1) *Графитъ*.—При малыхъ коллекторахъ и слабыхъ токахъ сопротивление болѣе, чѣмъ при большихъ коллекторахъ; но при сильныхъ токахъ оно почти одинаково въ обоихъ случаяхъ.

2) *Уголь*.—При большихъ коллекторахъ и слабыхъ токахъ, сопротивление больше, чѣмъ при малыхъ коллекторахъ; но при сильныхъ токахъ эта разница уже не такъ значительна.

3) *Листовая мѣдь*.—При давленіи 1,4 фунта на кв. дюймъ сопротивление для всѣхъ токовъ почти то же самое для каждаго коллектора, но при большихъ давленіяхъ оно постепенно уменьшается въ случаѣ большихъ коллекторовъ,—между тѣмъ, какъ для малыхъ оно постоянно.

4) *Мѣдная сѣтка*.—При давленіи 1,5 ф. на кв. дм. и при 75 амперахъ, сопротивление при малыхъ коллекторахъ только незначительно болѣе, чѣмъ при большихъ; но при слабыхъ токахъ и малыхъ коллекторахъ сопротивление становится значительно болѣе. При увеличеніи давленія—тотъ же результатъ, какъ и при листовой мѣди.

Результаты нѣкоторыхъ изъ этихъ опытовъ показаны на кривыхъ фиг. 25, 26, 27 и 28.

(The Electr. World and Engineer, 1900).

Научный обзоръ.

Выпрямитель переменнаго тока.

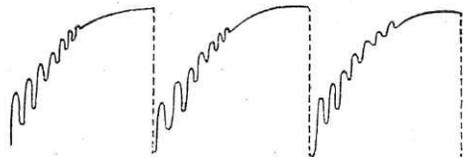
Новый приборъ подобнаго рода, предложенный Пуэнномъ (M. I. Pupin), основанъ на слѣдующемъ принципѣ. Въ цѣпи источника переменнаго тока вводится вольтметръ и батарея. Электродвижущая сила послѣдней соразмѣрена такъ, что она почти равна поляризаціи p вольтметра. Такимъ образомъ, малѣйшая электродвижущая сила, дѣйствующая по одному направлению съ батареей, вызываетъ въ вольтметрѣ разложение и токъ проходитъ черезъ него свободно, тогда какъ въ противоположномъ направленіи пропусаются лишь токи, обладающіе напряженіемъ не менѣе $2p$. Нужно однако принять во вниманіе, что вольтметръ, обладающій известной конденсаторной емкостью, при каждомъ обращеніи тока разряжается черезъ общую цѣпь. Этого можно почти вполне избѣгнуть, придавая электродамъ вольтметра возможно малые размѣры и, такимъ образомъ, незначительную емкость. Въ качествѣ электродовъ поэтому лучше всего брать платиновыя проволоки, впаянныя въ стеклянныя трубки и обрѣзанныя у выхода изъ стекла. Конечно, чѣмъ значительнѣй частота выпрямляемаго тока, тѣмъ меньше должны быть размѣры электродовъ. Помощью электродовъ въ 1 кв. мм. выпрямляются токи до 1000 переменъ въ секунду. Электроды, изготовленные изъ проволоки 0,25 мм. въ поперечникѣ, дали Пуэнну возможность выпрямить даже Герцовскія колебанія и вызвать ими разложение воды!

(Electr. World and Ing. 1899, т. 34, стр. 743)

Нѣкоторыя позднѣйшія данныя о прерывателѣ Венельта. Изобрѣтатель названнаго прибора произвелъ рядъ дальнѣйшихъ интересныхъ изслѣдованій надъ своимъ аппаратомъ*). Если активный (т. е. маленкій) электродъ служитъ положительнымъ полюсомъ, то существованіе въ цѣпи самоиндукціи (напр. присутствіе катушки Румкорфа) составляетъ непремѣнное условіе для возникновенія явленій преры-

ванія; безъ самоиндукціи проволока накаляется, и токъ становится постояннымъ. Если активный электродъ служитъ катодомъ, то прерываніе тока получается и съ самоиндукціей, и безъ нея, но значительно болѣе слабое, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Частота прерывовъ тѣмъ больше (звукъ тѣмъ выше), чѣмъ слабѣй самоиндукція. Число прерываній (измѣренное стробоскопически) было напр. при длинѣ искры въ 3 см.—2.000, при длинѣ искры въ 50 см.—лишь 200 въ сек. Наилучшимъ электролитомъ оказывается сѣрная кислота, уд. вѣса 1,16—1,2; растворы ѣдкого натра, соды и т. п. даютъ менѣе удовлетворительные результаты. Самый лучшій матеріалъ для изготовленія активного электрода представляетъ собой платина, такъ какъ другіе металлы слишкомъ легко разрушаются механически. Мѣдный электродъ въ растворѣ мѣднаго купороса дѣйствуетъ такъ же, какъ и платина, причемъ также наблюдаются и свѣтловыя явленія, по развитія газовъ не обнаруживается. Платинированіе платины остается безъ вліянія на частоту прерывовъ. Матеріалъ катода не играетъ никакой роли, и свинцовый катодъ дѣйствуетъ такъ же хорошо, какъ и платиновый. Температура до 70° Ц. не оказываетъ никакого вліянія, но при болѣе высокой—длина искры уменьшается; при кипѣніи электролита прерыватель совсѣмъ перестаетъ работать. Съ уменьшеніемъ давленія частота прерываній возрастаетъ, и наоборотъ. При точномъ стробоскопическомъ наблюденіи процесса у активного электрода, помощью проекціоннаго аппарата, обнаружилось, что здѣсь образуется сперва медленно нарастающая газовая оболочка, въ которой замѣтны были быстрыя вихревыя движенія, и что затѣмъ оболочка, достигнувъ опредѣленныхъ размѣровъ, внезапно и взрывообразно разбрасывается во всѣ стороны. При спектроскопическомъ изслѣдованіи свѣтящейся оболочки (вокругъ катода) въ ней были найдены линіи водорода, натрія (вѣроятно, изъ стекла трубки, въ которую впаяна проволока) и нѣсколько другихъ свѣтлыхъ линій, вѣроятно, платины; линій же кислорода (въ оболочкѣ анода) не наблюдалось. Газъ былъ также подвергнутъ химическому анализу. Въ томъ случаѣ, когда активный электродъ служилъ анодомъ, у катода развивался водородъ, у анода же—слабо взрывчатая смѣсь водорода съ кислородомъ, съ избыткомъ послѣдняго. Чѣмъ выше было напряженіе тока, тѣмъ больше водорода заключала въ себѣ смѣсь газовъ у анода и тѣмъ энергичнѣе были взрывы. Когда активнымъ электродомъ былъ катодъ, то у анода выдѣлялся чистый кислородъ, а у катода—активный водородъ и лишь слѣды гремучаго газа.

Рядъ кривыхъ иллюстрируетъ вліяніе, которое оказываютъ на характеръ тока прерывателя желѣзныя сердечникъ катушки, вторичная обмотка, емкость у зажимовъ прерывателя, самоиндукція, давленіе и т. д. Особого вниманія заслуживаетъ правильность кривыхъ въ томъ случаѣ, когда активнымъ электродомъ служитъ анодъ. Въ каждой своей фазѣ кривая медленно нарастаетъ и затѣмъ мгновенно падаетъ. Если есть желѣзныя сердечникъ, то паденіе нѣсколько замедляется. Фиг. 29 показываетъ видъ кривой въ томъ случаѣ, когда



Фиг. 29.

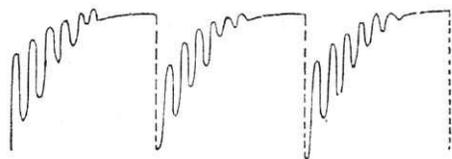
во вторичной обмоткѣ нѣтъ нагрузки; фиг. 30—при длинѣ искры въ 10 см., фиг. 31—при длинѣ искры въ 1 см., фиг. 32—при короткомъ замыканіи. Въ послѣднемъ случаѣ она не заключаетъ въ себѣ вторичныхъ колебаній, т. е. имѣетъ тотъ же видъ, что и безъ вторичной обмотки.

Подробныя изслѣдованія показали, что появленіе

*) Wiedemann's An., 1899, т. 68, стр. 233 и 272.

свѣтовыхъ явленій и взрывы точно совпадаютъ съ моментами паденія кривой.

Венельтъ даетъ слѣдующее толкованіе явленіямъ, происходящимъ у активнаго электрода. Вслѣдствіе са-



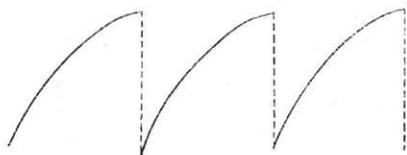
Фиг. 30.

моиндукціи сила тока нарастаетъ лишь медленно. Сперва развивается кислородъ; затѣмъ, подѣйствіемъ теплоты, и водяные пары, которые при дальнѣйшемъ нагреваніи разлагаются, образуя гремучій газъ. Общее коли-



Фиг. 31.

чество газовъ становится столь значительнымъ, что контактъ вполне нарушается и появляется искра размыканія. Газы удаляются, токъ опять замыкается и процессъ начинается сызнова. Этотъ взглядъ подтверждается и тѣмъ, что платиновая проволока можетъ быть помещена въ снабженную отверстіемъ пробирку и что токъ и при этомъ расположеніи правильно прерывается,



Фиг. 32.

причемъ прерыванія происходятъ именно въ мѣстѣ наибольшей плотности тока, т. е. въ отверстіи пробирки. Изъ этого слѣдуетъ, что причиной прерыванія тока служитъ образование гремучаго газа подѣйствіемъ Джоулевой теплоты. При этомъ полярность электродовъ не играетъ роли, и такъ какъ платиновая проволока не наваливается, то можно обходиться безъ самоиндукціи. Однако, при такомъ расположеніи частей, аппаратъ дѣйствуетъ медленно, обладаетъ большимъ сопротивленіемъ, а стѣнки пробирки у отверстія сравнительно быстро разрушаются.

Въ заключеніе, Венельтъ разсматриваетъ многочисленныя примѣненія своего прерывателя: для возбужденія катушки Румкорфа, для полученія разрядовъ въ воздухѣ при обыкновенномъ давленіи и въ разряженныхъ газахъ, для полученія рентгеновскихъ лучей и металлическихъ спектровъ, для приготовления озона, для опытовъ Тесла, Маркони и т. д.

Симонъ *) изслѣдовалъ зависимость частоты прерыванія аппарата Венельтъ отъ силы пропускаемаго чрезъ него тока и нашелъ слѣдующій законъ:

$$T = \frac{3}{2} \frac{L\omega}{K} + \frac{C_1 K}{E^2 \omega} + C_2,$$

гдѣ T означаетъ промежутокъ между двумя прерываніями, т. е. полный періодъ одного прерыванія, L —са-

моиндукцію цѣпи, ω — величину поверхности анода K —постоянную, показывающую зависимость сопротивленія W отъ величины анода (т. е. $W = \frac{K}{\omega}$), E —на-

пряженіе тока, C_1 и C_2 —двѣ постоянныя. Въ связи съ своими теоретическими изслѣдованіями, Симонъ предлагаетъ и нѣсколько новыхъ формъ Венельтовскаго аппарата.

(Zeitschr. f. Elektrochemie, № 26, 1899).

Электрическое сопротивление никкеля.

По новѣйшимъ изслѣдованіямъ Флеминга, электрическое сопротивление химически чистаго никкеля оказывается почти вдвое меньше того, которое принимается обыкновенно, на основаніи произведенныхъ 35 лѣтъ тому назадъ опытовъ Маттисена. Флемингъ изслѣдовалъ проволочки изъ никкеля, осажденнаго токомъ изъ горячихъ растворовъ хлористой соли, отожженныя въ атмосферѣ водорода: такія проволоки такъ же мягки, какъ серебряныя. Объемное сопротивление никкеля оказалось равнымъ: при температурѣ -182° (въ жидкомъ воздухѣ) 1444 С. G. S.—единицъ; при $-78,2^\circ$ оно равно 4251; при 0° — 6935; при $94,44^\circ$ — 10951; тогда какъ по Маттисену оно при 0° равно 12000 единицамъ.

(Proc. Royal Soc., отъ 14 дек. 1899).

Магнитное свойство кирпичей.

Въ лабораторіяхъ нерѣдко наблюдаются магнитныя возмущенія, которые не могутъ быть иначе объяснены, какъ магнитнымъ воздѣйствіемъ на аппаратъ кирпичей зданія. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ Фольграйтеръ показалъ, что нѣкоторые сорта жженой глины обладаютъ постояннымъ магнетизмомъ; изслѣдуя распрежденіе послѣдняго въ нѣкоторыхъ древнихъ тосканскихъ вазахъ, ему даже удалось съ большой степенію вѣроятности опредѣлить величину магнитнаго наклоненія, существовавшаго въ Верхней Италіи около 2000 лѣтъ тому назадъ. Американскіе ученые Гэдро и Лоренсъ, съ своей стороны, занялись недавно этимъ вопросомъ. Они изслѣдовали около 30 различныхъ сортовъ сѣверо-американскаго кирпича и нашли, что всѣ сорта (кромя одного, отличавашагося почти полнымъ цвѣтомъ) обладаютъ магнетизмомъ. Магнетизмъ кирпича, обладавшаго наибольшимъ магнитнымъ моментомъ, былъ эквивалентенъ магнетизму стального магнита въ 9,7 мм. длиной и 1 мм. діаметра, обладавшаго 0,325 единицы С. G. S. въ 1 кв. мм. При нагреваніи кирпичей, магнетизмъ ихъ сильно падалъ, но вновь достигалъ первоначальной силы по охлажденіи. Причину магнетизма кирпичей авторы видятъ въ образованіи, при ихъ обжиганіи, магнитной окиси желѣза и въ дѣйствіи, на послѣднюю, земнаго магнетизма. Въ подтвержденіе этого взгляда они приводятъ тотъ фактъ, что магнитные полюсы кирпичей расположены всегда на ихъ боковыхъ поверхностяхъ, а не на концахъ длиннаго поперечника.

(Phys. Rev., Nov.-Dec. 1899).

Л. Г.

Смерть отъ электрическихъ разрядовъ.

—Мы уже сообщали *) о рядѣ опытовъ Прево и Бателли надѣ дѣйствіемъ постоянного и переменнаго тока на животныхъ. Въ настоящее время тѣми же экспериментаторами представлены въ Парижскую Академію Наукъ результаты изъ послѣдующихъ опытовъ надѣ животными. При этихъ послѣднихъ опытахъ Прево и Бателли пользовались батареей конденсаторовъ, образованныхъ большими стеклянными пластинами, покрытыми съ одной стороны оловянной бумагой. Емкость этихъ конденсаторовъ, измѣренная помощью баллистическаго гальванометра, равнялась около 0,16 микрофарады для каждой пластины. Они заряжались большой катушкой Румкорфа. Разрядное разстояніе опредѣлялось путемъ

*) См. Электричество. 1899 г. № 7, стр. 111; № 11—12, стр. 174.

*) Wiedemann's An., 1899, т. 68, стр. 273 и 860.

примѣненія искромѣра, причѣмъ каждый шарикъ искромѣра былъ соединенъ металлическимъ проводникомъ съ одной катушкой конденсатора. Животное, надъ которымъ производились опыты, вводили въ дѣль одного изъ проводниковъ, причѣмъ электроды помѣщали обыкновенно во рту и въ отверстіи прямой кишки.

При каждомъ опытѣ легко можно было измѣрять или количество электричества Q (равное Cv , гдѣ C —емкость конденсатора, а v —потенціалъ разряднаго разстоянія), или же электрическую энергію $W = \frac{1}{2} C v^2$. При многихъ опытахъ записывалось артеріальное давленіе на кимографіонѣ.

Результаты многочисленныхъ (270) опытовъ можно резюмировать слѣдующимъ образомъ:

1) Физиологическое дѣйствіе электрическаго разряда находится въ прямомъ соотношеніи не съ количествомъ Q , а съ энергіей W .

2) Въ предѣлахъ опытовъ это дѣйствіе электрическаго разряда опредѣляется емкостью и квадратомъ потенциала.

3) Выше извѣстнаго предѣла (15 мм. приблизительно) увеличеніе разряднаго разстоянія не влечетъ за собою соотвѣстнаго увеличенія дѣйствія разряда.

При емкости, равной единицѣ, и искрѣ въ 4 см., получаются приблизительно тѣ же результаты, что и при емкости = 4 и искрѣ въ 1 см. Слѣдовательно для смертельнаго похода болѣе удобно увеличивать сначала разрядное разстояніе; но начиная съ нѣкоторой величины (около 15 мм.), наоборотъ, болѣе удобно увеличивать емкость конденсатора.

4) Перемена полюсовъ не имѣетъ замѣтнаго вліянія на физиологическое дѣйствіе электрическихъ разрядовъ.

5) Наибольшая электрическая энергія W , которую располагали экспериментаторы (около 1000 джоулей), недостаточна для того, чтобы убить собаку въ 6—7 кгр., даже если животное подвергается двумъ непрерывно слѣдующимъ разрядамъ.

Электрический разрядъ долженъ имѣть энергію отъ 900 до 1.000 джоулей для того, чтобы остановить дыханіе у кролика въ 2.000 грам., причѣмъ электроды помѣщаются во рту и въ отверстіи прямой кишки. При тѣхъ же условіяхъ у кролика въ 1.200 гр. дыханіе останавливается совершенно, когда энергія разряда достигаетъ приблизительно до 350 джоулей. При тѣхъ же условіяхъ грудное дыханіе совершенно прекращается разрядами, имѣющими энергію въ 400 джоулей приблизительно, у морской свинки въ 500 гр.; при 250 джоулей у морской свинки въ 350 гр.; и при 130 джоулей—при вѣсѣ въ 250 грам. Изъ сравненія этихъ цифръ видно, что вообще говоря энергія разряда, необходимаго для того, чтобы убить животное, увеличивается съ вѣсомъ послѣдняго. Извѣстное значеніе имѣетъ также возрастъ животного, причѣмъ молодые животныя болѣе чувствительны къ электрическимъ разрядамъ, чѣмъ взрослые.

6) Повторяя разряды черезъ опредѣленные промежутки, экспериментаторы замѣтили у собакъ и кроликовъ суммирование произведенныхъ дѣйствій и обнаружили симптомы, которые вообще соотвѣтствуютъ приѣмленію одного болѣе мощнаго разряда. Однако же энергія, израсходованная въ нѣсколькихъ разрядахъ, черезъ промежутки времени въ нѣсколько секундъ, производитъ менѣе опасное дѣйствіе, чѣмъ когда эта энергія расходовалась въ одинъ разрядъ.

7) Вообще говоря, разряды по дѣйствію можно раздѣлить на пять группъ, соотвѣтственно примѣняемой энергіи, измѣняющейся въ зависимости отъ животнаго и его вѣса.

Первая группа.—Общее мускульное сокращеніе, безъ другихъ замѣтныхъ дѣйствій (морскія свинки, при 49—69 джоул.; кролики—69 джоул.; свиньи—1.000 дж.).

Вторая группа.—Судороги; дыхательные центры не поражены сильно, и животное скоро поправляется (морскія свинки—69 дж.; кролики—170 дж.). Молодыя морскія свинки умираютъ часто при этомъ вслѣдствіе потери эластичности легкихъ, что затрудняетъ даже оживленіе путемъ искусственнаго дыханія.

Третья группа.—Тоническія судороги; обыкновенно

моментальная остановка грудного дыханія (морскія свинки—138 дж.; кролики—250 до 550 дж.).

Четвертая группа.—Общая остановка нервной системы. Отсутствие судорогъ; потеря чувствительности; полная остановка грудного дыханія. Гладкіе мускулы еще чувствительны. Сердечныя заслонки часто останавливаются (морскія свинки—341 джоул.; кролики—770 до 1.000 дж.).

Пятая группа.—Полная остановка дѣятельности сердца; потеря чувствительности гладкихъ кишечныхъ мускуловъ, съ сохраненіемъ чувствительности поперечнополосатыхъ мускуловъ и двигательныхъ нервовъ (только молодыя морскія свинки—750 до 1.000 дж.).

8) Артеріальное давленіе весьма измѣнчиво. Въ первой группѣ, давленіе возрастаетъ, послѣ предварительнаго мгновеннаго пониженія. Во второй, третьей и четвертой группахъ, вообще говоря, оно рѣзко возрастаетъ и остается повышеннымъ.

Это повышеніе давленія показываетъ, что сосудодвигательный центръ не парализованъ въ тотъ моментъ, когда дыхательные центры уже перестали дѣйствовать. Въ третьей и четвертой группахъ можно было иногда замѣтить, у морскихъ свинокъ, паденіе давленія вслѣдствіе трепетаній (фибрилярныхъ тремулцій) желудочковъ сердца. Эти трепетанія временныя, и работа желудочковъ возобновляется; но работа эта совершается уже не энергично и давленіе остается весьма малымъ.

У собакъ повышеніе давленія отъ первыхъ разрядовъ сопровождается иногда полнымъ паденіемъ его и трепетаніемъ желудочковъ, если разряды извѣстной мощности повторяются извѣстное число разъ.

9) Были замѣчены простыми глазами слѣдующія анатомическія поврежденія: потеря эластичности легкихъ, особенно серьезныя у молодыхъ морскихъ свинокъ; явленіе приливовъ крови съ легочными отеками; кровооттеки подъ плеврой, особенно въ случаѣ, когда дыханіе становится болѣзненнымъ, не останавливаясь вполне.

Трунное окоченіе наступаетъ скоро и энергично.

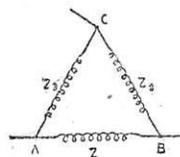
(Comptes Rendus).

ОБЗОРЪ.

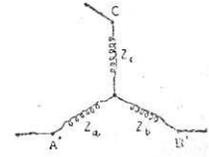
Эквивалентность соединеній сѣтей проводовъ треугольникомъ и звѣздой. — Расчеты электрическихъ сѣтей проводовъ могутъ быть значительно упрощены, если имѣть въ виду слѣдующее положеніе, установленное А. Е. Кеннели.

Каждому соединенію треугольникомъ соотвѣтствуетъ соединеніе звѣздой, во всемъ ему эквивалентное, такъ что одно можетъ быть всегда замѣнено другимъ, безъ нарушенія электрическаго распределенія.

Такимъ образомъ, треугольникъ кажущихся сопротивленій z_1, z_2, z_3 съ вершинами А, В и С (фиг. 33) бу-



Фиг. 33.



Фиг. 34.

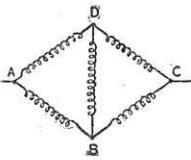
детъ всегда эквивалентно соединенію сопротивленій звѣздой, вершины лучей которой лежатъ въ тѣхъ же самыхъ точкахъ, подъ условіемъ нѣкотораго количественнаго соотношенія между сопротивленіями вышеупомянутыхъ соединеній (фиг. 34).

Слѣдовательно, при устройствѣ проводовъ и сѣтей является всегда возможнымъ замѣнить треугольное со-

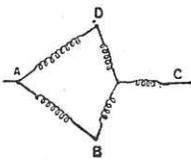
единение ему эквивалентным соединением звёздой, и наоборот, соединение звёздой — ему эквивалентным треугольным, не измѣняя вѣшняго распределения, благодаря чему съ можетъ быть иногда упрощена.

Положимъ, для примѣра, что требуется вычислить кажущееся сопротивление между двумя зажимами А и С съ помощью мостика Витстона.

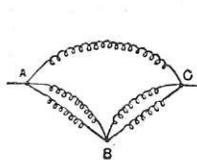
Если мостикъ не находится въ равновѣсїи, то вычисления очень сложны и утомительны, и окончательная формула неудобна для запоминанія; но если замѣнить треугольное соединеніе BCD (фиг. 35) ему эквивалентнымъ соединеніемъ звёздой, какъ представлено на фиг. 36, или же соединеніе звёздой DA, DB, DE (фиг. 36) ему эквивалентнымъ треугольнымъ, какъ на фиг. 37, — то вычисленіе искомага кажущагося сопротивления между А и С значительно упрощается.



Фиг. 35.



Фиг. 36.



Фиг. 37.

Подобнымъ же образомъ, полагая сопротивление вѣтвей соединенія звёздой, $z_a = 1/2$ ома, $z_b = 1/3$ ома и $z_c = 1$ ому, соответственные этимъ сопротивлениямъ величины будутъ:

$$y_a = 2, \quad y_b = 3, \quad y_c = 1,$$

и соответственно эквивалентныя сопротивления сторонъ треугольнаго соединенія получатся по формулѣ (2):

$$y_1 = \frac{2 \times 3}{1 + 2 + 3} = 1 \quad z_1 = 1 \text{ омъ};$$

$$y_2 = \frac{3 \times 1}{1 + 2 + 3} = 1/2 \quad z_2 = 2 \text{ ома};$$

$$y_3 = \frac{2 \times 1}{1 + 2 + 3} = 1/3 \quad z_3 = 3 \text{ ома}.$$

До сихъ поръ мы предполагали, что оба соединенія не являются источникомъ электродвижущей силы. Однако, путемъ пѣхотораго преобразованія этихъ формулъ можно получить другія, въ которыхъ этотъ случай предусматривается. Пусть въ сторонахъ треугольнаго соединенія дѣйствуютъ пѣхоторыя электродвижущія силы, постоянныя, переменныя или многофазныя. Чтобы преобразовать треугольное соединеніе въ эквивалентное ему соединеніе звёздой, вычислимъ сопротивления соответственныхъ вѣтвей по формулѣ (1), какъ если бы электродвижущихъ силъ не было. Теперь необходимо отыскать величины электродвижущихъ силъ, которыя должны быть включены въ вѣтви соединенія звёздой, предполагая, что послѣднее эквивалентно во всѣхъ отношеніяхъ первоначальному треугольному соединенію. Проведемъ векторы электродвижущей силы для треугольнаго соединенія и вообразимъ, что въ его углахъ приложены величины, обратныя сопротивлениямъ соответствующихъ вѣтвей соединенія звёздой. Затѣмъ найдемъ центръ тяжести нагруженнаго такимъ образомъ треугольника и соединимъ его съ вершинами угловъ прямыми линіями; эти прямыя представятъ относительныя величины электродвижущихъ силъ, которыя должны быть включены въ вѣтви соединенія звёздой. Въ видѣ примѣра рассмотримъ треугольникъ со сторонами:

$$z_1 = 0,5 \text{ ома}, \quad z_2 = 0,4 \text{ ома}, \quad z_3 = 0,6 \text{ ома},$$

съ многофазными электродвижущими силами, включенными въ нихъ

$$e_1 = 100 \text{ вольтъ}$$

$$e_2 = 95 \quad \text{„} \quad \text{съ опереженіемъ въ фазѣ на } 118^\circ 21'$$

$$e_3 = 100 \quad \text{„} \quad \text{отставаніемъ фазы въ } 123^\circ 18'.$$

Чтобы преобразовать этотъ треугольникъ въ эквивалентное ему соединеніе звёздой, мы должны найти, по формулѣ (1), кажущіяся сопротивления вѣтвей этого соединенія.

$$z_a = 0,2 \text{ ома} \quad y_a = 5$$

$$z_b = 0,1333 \text{ ома} \quad y_b = 7,5$$

$$z_c = 0,16 \text{ ома} \quad y_c = 6,25$$

Фиг. 38 представляетъ треугольникъ ABC съ нагрузками въ 5, 7,5 и 6,25, приложенными въ вершинахъ его угловъ.

Точка D будетъ центромъ тяжести такого треугольника; пунктирныя линіи DA, DB и DC представятъ соответственныя величины и соотношенія фазъ электродвижущихъ силъ, дѣйствующихъ въ вѣтвяхъ эквивалентнаго соединенія звёздой.

Въ заключеніе рассмотримъ треугольникъ постояннаго тока, представленный на фиг. 39. Здѣсь

$$z_1 = 0,2 \text{ ома}; \quad z_2 = 0,3 \text{ ома}; \quad z_3 = 1,5 \text{ ома};$$

$$e_1 = 100 \text{ вольтъ}.$$

Для нахождения эквивалентнаго соединенія звёздой воспользуемся формулой (1);

$$z_a = 0,15 \text{ ома}; \quad z_b = 0,03 \text{ ома}; \quad z_c = 0,225 \text{ ома};$$

Формула для вычисленія кажущагося сопротивления одной изъ вѣтвей соединенія звёздой въ зависимости отъ сторонъ треугольнаго соединенія, ему соответствующаго, слѣдующая:

$$z_a = \frac{z_1 z_2 z_3}{z_1 + z_2 + z_3} \dots \dots \dots (1).$$

Такія же симметричныя формулы будутъ для z_b и z_c .

Эту формулу легко запомнить въ слѣдующемъ изложеніи:

Сопротивленіе одной изъ вѣтвей соединенія звёздой, лежащей между двумя сторонами треугольника, равняется произведенію этихъ сторонъ, раздѣленному на сумму отдѣльныхъ сопротивленій треугольника.

Изъ этой формулы можно легко получить соответственную формулу для вычисленія сопротивления одной изъ сторонъ треугольнаго соединенія въ зависимости отъ сопротивления вѣтвей соединенія звёздой.

Полагая $y = \frac{1}{z}$, имѣемъ

$$y_1 = \frac{y_a y_b}{y_a + y_b + y_c} \dots \dots \dots (2).$$

Такія же симметричныя формулы получаютъ для y_2 и y_3 . Эта формула читается такъ:

Величина, обратная сопротивленію стороны треугольнаго соединенія, соответствующей какому-нибудь двумъ вѣтвямъ соединенія звёздой, равняется произведенію величинъ, обратныхъ сопротивлениямъ этихъ вѣтвей, раздѣленному на сумму величинъ, обратныхъ сопротивлениямъ всѣхъ трехъ вѣтвей.

Если, примѣръ, стороны треугольника будутъ соответственно:

$$z_1 = 1 \text{ омъ}, \quad z_2 = 2 \text{ ома}, \quad z_3 = 3 \text{ ома},$$

то сопротивления вѣтвей эквивалентнаго соединенія звёздой получатся по формулѣ (1):

$$z_a = \frac{1 \times 3}{1 + 2 + 3} = 0,5 \text{ ома};$$

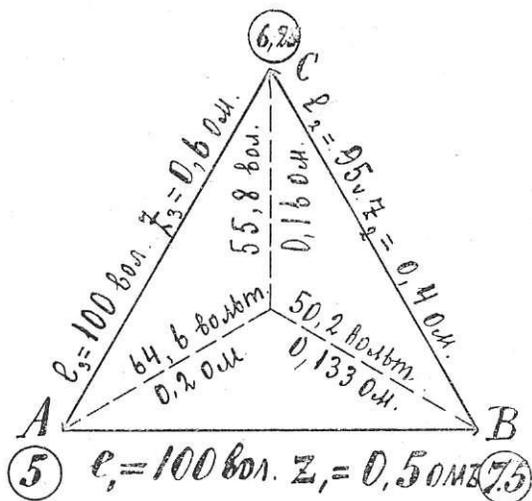
$$z_b = \frac{1 \times 2}{1 + 2 + 3} = 0,3 \text{ ома};$$

$$z_c = \frac{2 \times 3}{1 + 2 + 3} = 1 \text{ ому}.$$

и огюда

$$y_a = 6,667; \quad y_b = 33,33; \quad y_c = 4,444.$$

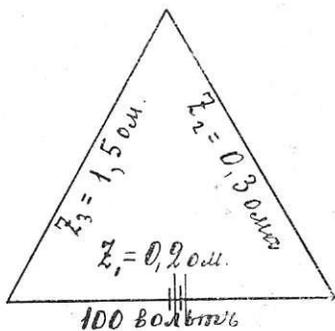
При треугольном соединеніи циркулирующій токъ



Фиг. 38.

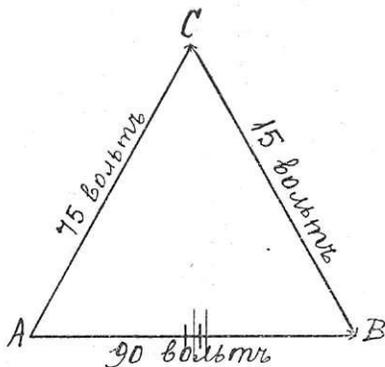
въ 90 амперъ возбуждасть разность потенциаловъ, изображенную на фиг. 40, а именно:

$$e_1 = 90 \text{ вольтъ}; \quad e_3 = 75 \text{ вольтъ}; \quad e_2 = 15 \text{ вольтъ}.$$



Фиг. 39.

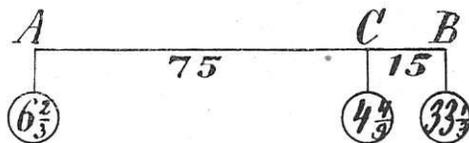
Если построить диаграмму этого треугольнаго соединенія, то получимъ прямыя линіи АВ, АС, ВС фиг. 41, и приложивши въ точкахъ А, В и С этой линіи въ $6\frac{2}{3}$,



Фиг. 40.

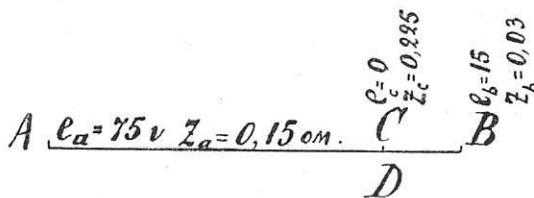
$3\frac{1}{3}$ и $4\frac{1}{6}$, мы найдемъ, что центр тяжести нагруженной линіи находится въ точкѣ С и соответствуетъ центральной точкѣ фиг. 38. Это даетъ три линейныя

вѣтви DA, DB и DC, изображенныя на фиг. 42, причеиъ DC получается безконечно малою, такъ что $e_a = AD = 75$ вольтъ, $e_b = DB = 15$ вольтъ, $e_c = DC = 0$ вольтъ;



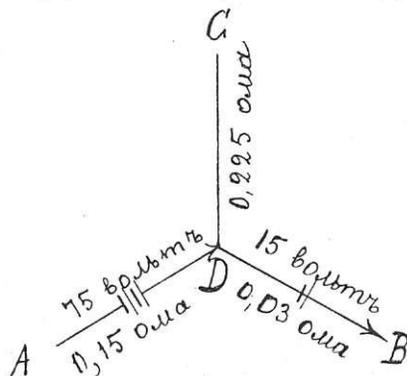
Фиг. 41.

это даетъ условное соединеніе звѣздой фиг. 43, съ соответствующими ему сопротивленіями и электродвижущими силами.



Фиг. 42.

Распределеніе напряженія, силы тока и энергій въ системѣ проводовъ будетъ точно такое же, какъ для соединенія треугольникомъ фиг. 40, такъ и для соедине-



Фиг. 43.

нія звѣздой фиг. 43, за исключеніемъ того случая, когда это относится къ силѣ тока, напряженію и энергій внутри соединеній треугольникомъ или звѣздой.

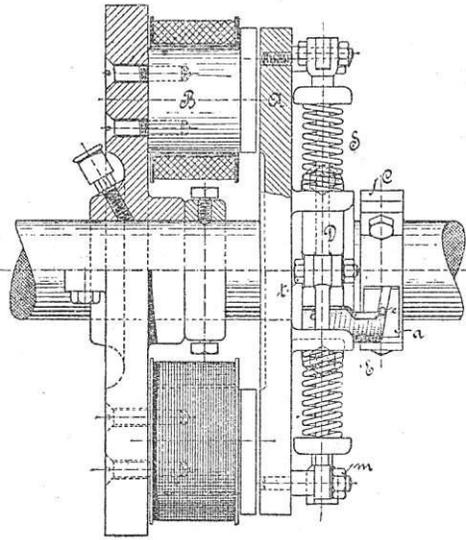
Это правило должно имѣть весьма полезное приложеніе къ трехфазной системѣ токовъ.

(El. World and Eng., 1899, XXXIV, 12).

Электромагнитный тормазъ для трамвайныхъ вагоновъ.—Фирмою Геліосъ въ Кельнѣ выработана въ недавнее время и съ успѣхомъ примѣненъ на ея трамвайныхъ линіяхъ тормазъ, представляющій какъ бы сочетаніе электромагнитнаго тормазо съ механическимъ.

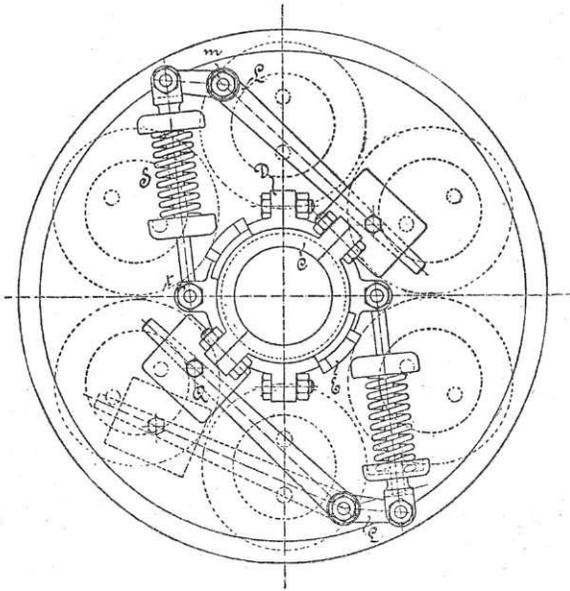
Принципъ этого прибора состоитъ въ слѣдующемъ: когда скорость движенія вагона велика, то тормажение производится исключительно дѣйствіемъ токовъ Фуко въ якорѣ А сложнаго электромагнита В, В (фиг. 44 и 45), механическое же тормажение возникаетъ лишь тогда, когда скорость сбѣлалась уже небольшою. Благодаря сему полный процессъ тормажения вагона отличается значительною плавностью при достаточной силѣ. Кроме того, вслѣдствіе непродолжительнаго, сравнительно, механическаго дѣйствія тормазо, трущіяся его части подвергаются лишь незначительному изнашиванію; наконецъ, приборъ требуетъ ничтожнаго ухода за собой.

Описываемый тормазъ состоитъ, какъ уже упомянуто, изъ системы электромагнитовъ *ВВ*, обмотанныхъ поочередно въ одномъ и въ другомъ направленіи, и



Фиг. 44.

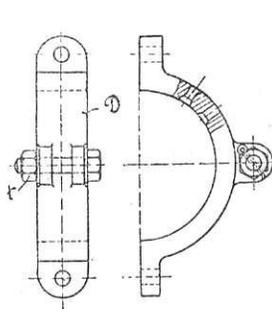
железнаго круговаго якоря *A*; обѣ системы насажены на одну изъ осей тележки вагона, но арматура электромагнита наглухо прикреплена къ самой тележкѣ и,



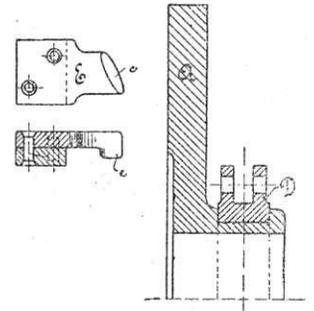
Фиг. 45.

такимъ образомъ, не принимаетъ участія въ вращеніи оси; якорь же прикреплень къ оси такъ, что вращается вмѣстѣ съ нею, но въ тоже время можетъ перемѣщаться вдоль послѣдней. На втулку якоря насажено кольцо *D* (фиг. 46), состоящее изъ двухъ полуколецъ и могущее вращаться, съ нѣкоторымъ треніемъ, около этой втулки. На внѣшней поверхности этого кольца прикреплены скобки *E* особой формы (фиг. 47), загнутые концы которыхъ упираются въ неглубокія выемки, имѣющіяся на выступахъ *a* кольца *C* (фиг. 45 и 48); это послѣднее кольцо наглухо укрѣплено на оси вагона. Наконецъ, кольцо *D* снабжено рычажнымъ механизмомъ *L* съ грузами *Q*, который представляетъ собою, въ сущности, центробѣжный регуляторъ.

При измѣненіи скорости движенія вагона регуляторъ *LQ* подъ вліяніемъ центробѣжной силы измѣняетъ свое положеніе относительно оси, сообщая движеніе

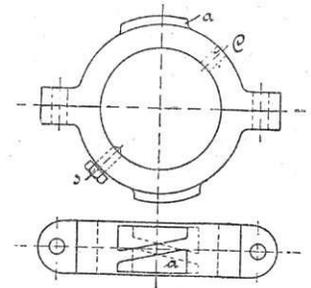


Фиг. 46.



Фиг. 47.

кольцу *D*. При этомъ скобки *E* этого кольца перемѣняютъ свое положеніе на выступахъ *a* кольца *C*, — и якорь перемѣщается вдоль оси по тому или иному направленію, смотря по тому, уменьшается ли скорость движенія вагона, или же увеличивается. Въ первомъ случаѣ якорь *A* приближается къ электромагнитамъ, во второмъ—удаляется отъ нихъ. При такомъ, чисто механическомъ перемѣщеніи якоря, въ немъ возникаетъ во время тормаженья сильный электромагнитный потокъ отъ полюсовъ электромагнитовъ къ якорю, причемъ при уменьшеніи скорости, направленіе потока совпадаетъ съ направленіемъ перемѣщенія якоря, а при увеличеніи скорости—потокъ направленъ въ противоположную сторону.



Фиг. 48.

Тормазные магниты во время тормаженья получаютъ токъ отъ двигателя, превращающагося въ это время въ генераторъ. Благодаря этому тормаженью происходитъ одновременно на обѣихъ осяхъ тележки: на одной—дѣйствіемъ электродвигателя, на другой—при помощи описываемаго прибора, подъ дѣйствіемъ возникающихъ въ якорѣ *A* токовъ Фуко. Въ началѣ тормаженья, иными словами, при значительной скорости движенія, напряженіе на зажимахъ двигателя, а слѣдовательно, и на концахъ обмотки электромагнитовъ—очень велико. По мѣрѣ уменьшенія скорости сила тока, развиваемаго двигателемъ, уменьшается, но зато якорь соответственно приближается къ полюсамъ электромагнитовъ; вслѣдствіе сего уменьшается магнитное сопротивленіе цѣпи, и слѣдовательно, сила тормаженья не претерпѣваетъ значительнаго уменьшенія. Въ концѣ тормаженья, когда при медленномъ движеніи вагона, токъ въ двигателѣ и токи Фуко въ якорѣ *A* уже значительно ослабѣваютъ, якорь оказывается вплотную прижатымъ къ электромагнитамъ, и такимъ образомъ, вступаетъ въ силу механическое тормаженье.

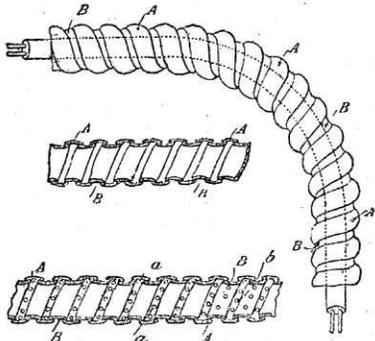
Весъ тормазъ заключенъ въ футляръ изъ листовой жести, для предохраненія его отъ неизбежной на пути пыли и грязи.

(Elektrotechn. Zeitschr., 1899).

Металлическія трубы системы Гринфильда для прокладки электрическихъ проводовъ.—Металлическія трубы обыкновенно употребляемыя для прокладки проводовъ, представляютъ много неудобствъ: какъ бы хорошо онѣ ни были изготовлены и закрыты, онѣ всегда пропускаютъ нѣкоторую сырость, которая, застываясь, портитъ изоляцію прово-

довь, слѣдствіемъ чего являются короткія замыканія, разлагающія накопляющуюся воду; образующіеся при этомъ газы разрываютъ трубы, и такъ какъ эти разрывы большею частью происходятъ въ мѣстахъ короткихъ замыканій, то разбрасывающійся при этомъ расплавленный металлъ можетъ быть причиною пожара.

Всѣ эти неудобства устраняются при пользованіи трубами, которыя вентилируются: сырость уничтожается вентиляціей; короткое замыканіе можетъ зажечь прилежащее дерево, но воспламененіе его будетъ тотчасъ же открыто, такъ какъ дымъ будетъ распространяться по проводкѣ.



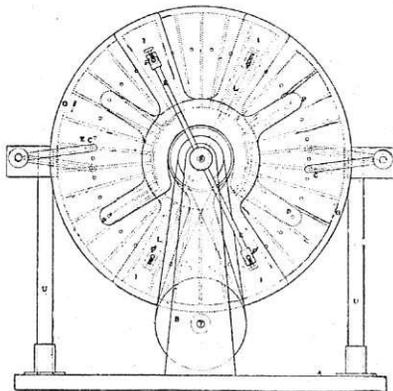
Фиг. 49, 50 и 51.

Грифилдомъ изобрѣтены трубы, удовлетворяющія по его мнѣнію, вышеуказаннымъ условіямъ. Онъ предлагаетъ устраивать таковыя изъ двухъ металлическихъ спирально свитыхъ лентъ, изъ которыхъ одна, А, выпуклая, а другая, В, выпуклая, причѣмъ онѣ соприкасаются краями. Получаются такимъ путемъ гибкія трубы (фиг. 49) вентилируемыя воздухомъ проходящимъ между двумя спиралями. Кромѣ того одна или обѣ ленты могутъ имѣть отверстія *a*, *b*. (фиг. 51).

(L'Écl. Él. № 47).

Статическая машина Педжона. — Эта машина, кромѣ своей улучшенной конструкціи, интересна еще тѣмъ, что примѣнена теперь во время англо-трансваальской войны, какъ генераторъ лучей Рентгена.

Фиг. 52 показываетъ боковой видъ, фиг. 53 — планъ этой

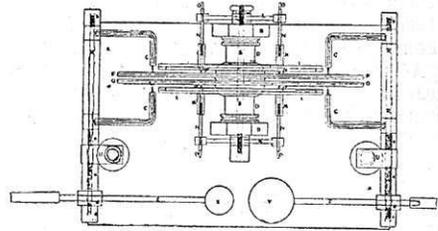


Фиг. 52.

машины, а фиг. 54 — распределеніе плюсовъ и минусовъ, а фиг. 55 — диаграмму ея отдачи.

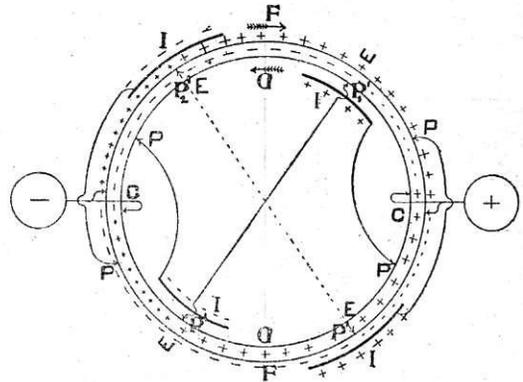
Она состоитъ изъ двухъ стеклянныхъ круговъ, *F* и *G*, діаметромъ 15 дюймовъ, вращающихся въ противоположныхъ направлеціяхъ съ равными скоростями; четыре неподвижныхъ индуктора *I* помѣщены діаметрально противоположно по два для каждаго круга, снабжены щетками *P*, которыя касаются круговъ, и соеди-

нены между собой, какъ показано на діаграммѣ распределенія (фиг. 54). Два противоположныхъ индуктора *P'* *P'* касаются дисковыхъ накладокъ, когда послѣднія



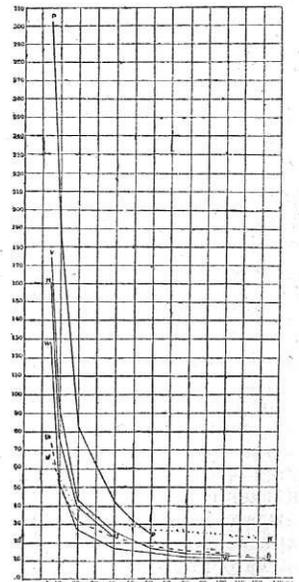
Фиг. 53.

приходятся противъ центровъ индукторовъ *I*. Если мы будемъ разсматривать накладку диска *G*, когда она проходитъ подъ щеткой *P'* на верхнемъ концѣ передняго



Фиг. 54.

индуктора, мы увидимъ, что она заряжена двумя отрицательными зарядами: однимъ отъ индуктора *I* и другимъ отъ вращающагося круга *F*. Въ результатѣ накладка, находясь въ соединеніи съ индукторомъ, котораго потенциалъ нуль, получитъ возможно большій зарядъ при данномъ потенциалѣ. Въ другихъ машинахъ, гдѣ вѣтъ индуктора *I*, зарядъ накладки будетъ вдвое меньше. Послѣдуемъ дальше за накладками, проходящими черезъ верхнюю переднюю щетку *P'*. Всѣ щетки со своимъ максимальнымъ зарядомъ отрицательнаго электричества вращаются отъ *P'* къ гребенкѣ *C*, которая забираетъ у нихъ отрицательный зарядъ. Между линіей минусовъ накладокъ передняго диска и отрицательнымъ индукторомъ *I*, находится задній дискъ, каждая накладка котораго проходя индукторъ *P'* заряжается положительнымъ электричествомъ; при вращеніи этихъ накладокъ ихъ зарядъ достигаетъ ма-



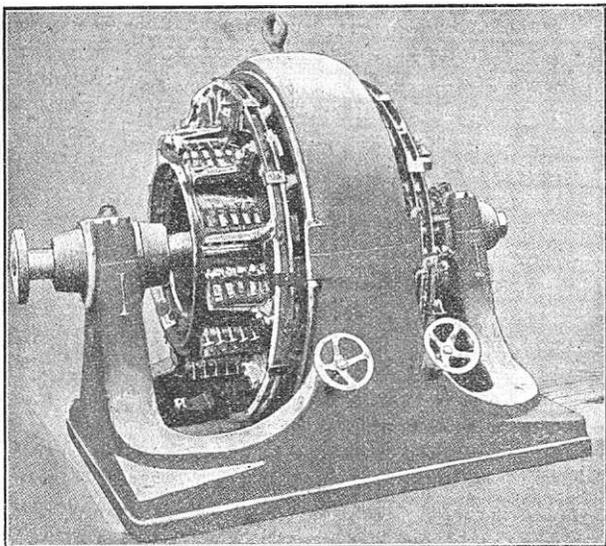
Фиг. 55.

ксимума и действует на отрицательные накладки и т. д., заряды увеличиваются на них в геометрической прогрессии, и скопляются на электродах СС.

Диаграмма, изображенная на фиг. 55, дает кривые, Р—для машины Педжона, V—для Фосса, Н—для Гольца; W—для Вимсхёрста, В—для машины Боннетти с эбонитовыми секторами, В'—для машины Боннетти без секторов. Абсциссы изображают длины искры, а ординаты число искр от одного индуктора, деленное на величину поверхности вращающегося диска.

(The El. Review. № 1146).

Установка для электролитической очистки меди. В С.-Ам. Соединенных Штатах, в штате Монтана, находится одна из лучших во всем мире установок для электролитической очистки меди, принадлежащая Boston and Montana copper and silver Mining Co. Станция пользуется силой реки, которая перегороджена плотиной, причем получается напор в 50 футов. Внутри станции находится двойная турбина, построенная фирмой „Dayton Globe Iron Works“, которая дает 2900 л. с. при 190 оборотах в минуту. С каждой стороны к турбинному валу прямо присоединяются два Вестингаузевских генератора для



Фиг. 56.

электролиза, каждый номинально в 810 киловатт, но допускающие перегрузку до 1210 киловатт. При нормальных условиях машины дают ток в 4500 ампер при 180 вольтах, но можно довести ток до 5500 ампер при 220 вольтах. Каждый генератор (фиг. 56) имеет наружные индукторы, разделенные на две части, что весьма удобно для контроля машины: сердечник арматуры составлен из стальных дырчатых дисков, укреплённых на валу, который несет на себе также и коллектор. Для возбуждения генераторов служат два динамо Вестингауза на 125 вольт. Между валом турбины и валами каждого генератора находятся муфты, при помощи которых и производится сцепление генераторов с турбиной; щеткодержатели каждого генератора посажены все на одном кольце, скрепленном с арматурой, и при помощи колеса, вращаемого в ручную, оно поднимается и прижимается к коллектору все разом. Распределительная доска имеет 7 футов высоты и 10 футов длины. На ней расположены приборы как для двух 22½-киловаттных 125-вольтовых возбуждателей, так и для обоих генераторов.

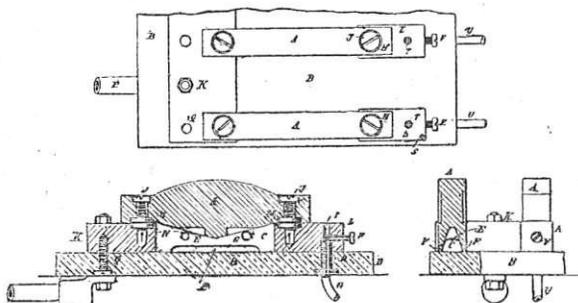
Медная руда еще в руднике в сыром виде сначала растирается в порошок и затем проводится через очистительные приборы. Затем она проплавляется и отливается в пластины около 2 дюймов толщины и 2 кв. ф. поверхности. С одной стороны пластин имеются выступы. Электролиз производится в целом ряде сосудов, наполненных раствором, главной составной частью которого является медный купорос. В этих сосудах подвешиваются рядами на зацепках медные пластины, причем между каждой двумя пластинами висит тонкий лист из чистой меди. На этих листах при пропускании тока и отлагается чистая медь, тогда как остатки, содержащая в себе золото, серебро и свинец падают на дно сосудов. Эти остатки оцениваются по 2500 долл. за тонну, так что извлекаемых из них золота и серебра достаточно, чтобы окупить затраты на весь электролитический процесс.

Очистительная фабрика находится в полумиле от разветвления от генераторной станции, расположенной у реки. Благодаря весьма сильному току низкого напряжения, для передачи тока на очистительную фабрику приходится употреблять весьма толстые провода; последние состоят из медных полос, имеющих вид настоящих досок 12 дюймов ширины и 2 дюйм. толщины и установленных на столбах на высоте 12 футов над землей.

Очищение меди при помощи электролиза весьма выгодно, благодаря чему это дело распространяется в Америке с каждым годом. Годовой отчет „Boston and Montana Company“ за 1898 год показывает, что чистая прибыль компании в этом году составляла 700.000 дол., т. е. около 1.400.000 рублей.

(The Electrician, 1899, № 1126).

Плавкий предохранитель Грея. Плавкая проволока *E* помещается в углублении *C* куска *A* фарфора или другого изолирующего вещества. Края углубления находятся почти в соприкосновении со стороной *B* доски, для того, чтобы избежать разбрасывания металла при плавлении; небольшая щель *F* и отверстие *G* дают выход газам и парам. Плавкая проволока поддерживается гайками *M*, навинченными на винты



Фиг. 57.

I, концы которого входят с трением с одной стороны в собирательную полосу *K*, с другой в зажимы *L*; в эти зажимы прикреплены провода *U* от распределительной сети, с помощью особого приспособления, состоящего из полого винта *R*, поддерживающего зажим и дающего проход проводнику, который зажимается винтами *V*. Главный провод *P* прикрепляется к главной пластине обыкновенным образом посредством муфты с распластанным концом и винта *Q*, но соединение может делаться и вышеописанным способом, который изобретатель считает более удобным.

(L'Écl. El., № 51).

БИБЛИОГРАФИЯ.

Теория Максвелла и Герцовских колебаний. А. Пуанкаре. Переводъ под редакціей проф. М. А. Шателена и В. К. Лебединскаго. Спб. 1900 г. 98 стр. Цѣна 1 руб. *).

Эта брошюра **) даетъ читателю много цѣнныхъ свѣдѣній о Максвелловой или, правильнѣе, Фарадеевой-Максвелловой теоріи электрическихъ явленій, о Герцовыхъ волнахъ и объ основахъ электромагнитной теоріи свѣта.

И выпишу здѣсь ея содержаніе:

„Общая понятія объ электрическихъ явленіяхъ. Теорія Максвелла. Электрическія колебанія до Герца. Вибраторъ Герца. Способъ наблюденія. Распространеніе вдоль проволоки. Измѣреніе длины волны и сложный резонансъ. Распространеніе въ воздухѣ. Распространеніе въ діэлектрикахъ. Полученіе очень быстрыхъ колебаній. Воспроизведеніе свѣтовыхъ явленій. Синтезъ свѣта“.

Изложеніе автора часто очень ясное и отчетливое, напримѣръ, тамъ, гдѣ онъ являетъ ту важную, но въ то же время чисто служебную роль, которую играетъ Румкорфова катушка при возбужденіи Герцовыхъ волнъ — хотя, быть можетъ, слѣдовало бы нѣсколько больше подчеркнуть, что воздухъ, чрезъ который проскочила электрическая искра, теряетъ на нѣкоторое время свою „діэлектрическую крѣпость“ и представляетъ лишь слабое препятствіе электрическому разряду... Очень отчетливо также выяснены разница и сходство между электрическимъ смѣщеніемъ въ діэлектрикахъ и электрическимъ теченіемъ въ проводникахъ; прекрасны по моему и §§, въ которыхъ говорится о различіяхъ не только количественныхъ (обусловленныхъ длиной волны), но и качественныхъ между Герцовыми волнами и волнами естественнаго свѣта.

Впрочемъ, вообще прекрасныхъ мѣстъ въ брошюрѣ Пуанкаре много... Но надо отмѣтить и нѣкоторые крупные недостатки.

Авторъ считаетъ одной изъ своихъ задачъ (см. стр. 2) показать, что „электрическія явленія повинуются общимъ законамъ механики“ и съ этой цѣлью пересыпаетъ всю свою брошюру сравненіями и всякій разъ, что „надо разобрать какое-нибудь электрическое явленіе“, онъ беретъ „одно или два хорошо извѣстныхъ механическихъ явленія“ и старается показать, что „между ними существуетъ строгая параллель“.

На мой взглядъ, безспорно, очень важно выяснитъ энергетичу электрическихъ явленій, т. е. дать отчетъ о тѣхъ превращеніяхъ энергіи, которыя имѣютъ мѣсто во время этихъ явленій и которыя, разумѣется, всегда подчиняются основнымъ законамъ Натуральной Философіи; но стараться, какъ это дѣлаютъ многіе физики, непремѣнно придумать механическую систему, состоящую изъ различныхъ, извѣстныхъ намъ изъ Практической Механики приспособленій, какъ-то: зубчатыхъ или фрикціонныхъ колесъ, пробѣгаемыхъ жидкостями трубокъ и т. д., — дѣйствию которой мы бы могли уподобить электрическіе процессы или даже *дѣйствию которой мы бы могли приписать электрическіе процессы*, — едва ли особенно нужно.

Авторъ и самъ это признаетъ, но пишетъ (см. стр. 2): „Насколько, однако, бесполезно стараться представить себѣ во всѣхъ подробностяхъ механизмы электрическихъ явленій, настолько важно показать, что эти явленія *повинуются общимъ законамъ механики*“ *).

*) Въ № 1—2 журнала за 1900 г. цѣна книги *ошибочно* означена 60 коп.

**) О французскомъ оригиналѣ см. также „Электричество“ 1899 г., № 20, стр. 287.

***) Курсивъ здѣсь и вездѣ — мой.

Но почему это важно, П. не говоритъ...

Какъ бы тамъ ни было, несомнѣнно, что тѣ сравненія, которыми, повторимъ, пересыпана брошюра П., часто въ высшей степени облегчаютъ трудъ читателя и даютъ возможность безъ усилій понять и охватить данный кругъ явленій и запомнить ихъ... Но, къ сожалѣнію, также перѣдко сравненія Пуанкаре столь искусственны и, главное, разсужденія, опирающіяся на нихъ такъ туманны, не разработаны и не проведены сколько-нибудь послѣдовательно до конца, что вмѣсто *уясненія* получается сильное *затемненіе* предмета; см., напримѣръ, стр. 8, 9 и 10, въ которыхъ говорится объ электродинамическихъ притяженіяхъ. Точно также и „объясненіе“ электростатическихъ притяженій между проводниками разнаго потенциала (стр. 4) очень туманно и сбивчиво; авторъ сначала какъ будто хочетъ описывать механическую систему, между частями которой происходили бы притяженія, подобныя электростатическимъ, затѣмъ какъ будто бросаетъ эту мысль и старается показать на основаніи однихъ только началъ Натуральной Философіи, что между тѣлами разнаго потенциала должны происходить притяженія... Всего больше поводовъ къ подобнымъ упрекамъ подаетъ глава I, озаглавленная: „Общая понятія объ электрическихъ явленіяхъ“.

По моему также авторъ долженъ былъ бы, говоря о явленіяхъ самоиндукціи, отчетливѣе выяснитъ, что эти явленія, если они и обусловлены инерціей, то не инерціей электрическихъ массъ, перемѣщающихся по проводникамъ, а той инерціей, которая обнаруживается при измѣненіяхъ электромагнитнаго поля и главное мѣстопробываніе которой вообще въ окружающей средѣ.

Также надо отмѣтить очень неправильное или, по крайней мѣрѣ, очень неточное выраженіе на стр. 43: „при постоянномъ тогѣ образуются во всей массѣ проводника обыкновенные токи и ничего не происходитъ въ окружающемъ воздухѣ; при переменномъ же тогѣ большой частоты, образуются обыкновенные токи въ поверхностной части проводника, ничего не происходитъ въ центральной части и образуются токи смѣщенія въ воздухѣ“. Вѣдь, при постоянномъ тогѣ, вообще говоря, въ окружающемъ воздухѣ *есть* электрическое смѣщеніе и, кромѣ того, *есть* электромагнитное поле, а слѣдовательно и происходятъ всѣ тѣ явленія, которыя обусловливаютъ его существованіе.

Можно также очень пожалѣть, что во многихъ мѣстахъ нѣтъ чертежей, тогда какъ они были бы очень нужны — напримѣръ, на стр. 44 и слѣд.: § 4, „Опытъ Физо и Гунелля“. Повидимому, авторъ самъ разсчитывалъ помѣстить чертежи, по крайней мѣрѣ онъ говоритъ о *проволокѣ АВ, щеткѣ В, щеткахъ Е и Е'* и т. д., но ни этихъ проволокъ, ни щетокъ не выдать: онѣ отсутствуютъ, какъ въ русскомъ переводѣ, такъ и во французскомъ подлинникѣ! Тотъ же упрекъ надо сдѣлать и § 6 (стр. 47) „Опытъ Блондло“.

Нѣсколько сбивчиво изложены также чрезвычайно важные §§ о прозрачности изоляторовъ и о непрозрачности проводниковъ, стр. 72 и 73. Авторъ говоритъ, что изоляторы прозрачны и, какъ примѣръ, приводитъ стекло, но не затрагиваетъ вопроса о непрозрачности стекла для инфракрасныхъ лучей.

Можно и должно тоже очень подивиться тому, что Пуанкаре ничего не упоминаетъ о классическихъ работахъ Лебедева, и еще больше тому, что Лебединскій и Шателенъ не исправили эту погрѣшность.

Отмѣчу также неправильное утвержденіе на стр. 31, что „акустическій резонаторъ отвѣчаетъ отлично на возбужденія, настроенныя въ унисонъ съ нимъ. Если же періоды хоть сколько-нибудь разнятся другъ отъ друга, онъ не отвѣчаетъ“. Это справедливо относительно камертоновъ, но не относительно струнъ или перепонокъ...

Упомяну еще — хотя это очевидная обмолвка, — что на стр. 35 говорится объ *уменьшеніи* сопротивленія отъ нагрѣванія, (см. § 4), тогда какъ слѣдовало сказать, что сопротивленіе *увеличивается*. Это — обмолвка оригинала, которая проскользнула и въ переводѣ.

Я укажу еще одну довольно досадную ошибку переводчика (стр. 91). В подлинникъ говорится о томъ, что „солнце посылаетъ намъ радіаціи различныхъ родовъ. Однѣ изъ нихъ свѣтотыя, потому что дѣйствуютъ на сітчатую оболочку глаза, другія темныя, ультрафіолетовыя или инфракрасныя, обнаруживаемыя химическими или тепловыми дѣйствіями. Первые (т. е. свѣтотыя) обязаны своими качествами, *благодаря которымъ онѣ намъ кажутся иными (чѣмъ прочія радіаціи), лишь нѣкотораго рода физиологической случайности*“. Въ переводѣ же стоитъ: „Первые обязаны своими качествами, которые *представляютъ намъ ихъ иными, чѣмъ онѣ есть*“...

Въ общемъ, я повторяю, брошюра А. Пуанкаре представляетъ очень цѣнный и полезный трудъ... Что касается до перевода, то онъ почти сплошь очень хорошъ, вѣренъ и языкъ его очень недуренъ... О редакторахъ можно сказать, что они, очевидно, поставили себѣ задачей *только и единственно* — обезпечить вѣрность и доброкачественность перевода и *эту* задачу исполнили, по моему (если не обращать вниманія на промахи, который я сейчасъ отмѣтилъ и еще на одинъ или два менѣе важныхъ), въ полномъ смыслѣ слова прекрасно.

Тав.

Электротехническая Библіотека. Томъ II.—**Магнитный потокъ и его дѣйствія.**—Физическое объясненіе динамомашинъ, трансформаторовъ и электродвигателей съ обыкновеннымъ и вращающимся магнитнымъ полемъ. Съ 61 рисункомъ въ текстѣ. 2-е дополненное изданіе. 6 лекцій И. И. Боргмана, профессора Императорскаго С.-Петербургскаго Университета. С.-Петербургъ. Изданіе журнала „Электричество“. 1900 г. 147 стр. Цѣна 1 р. 80 к.

Настоящая книга представляетъ 2-ое дополненное изданіе лекцій профессора И. И. Боргмана, читанныхъ имъ въ 1892 году въ Педагогическомъ музеѣ Военно-учебныхъ заведеній и изданныхъ въ томъ же году журналомъ „Электричество“.

Новое изданіе вновь проредактировано и увеличено двумя лекціями: одна изъ нихъ (III) содержитъ дополненія, введенныя авторомъ для ознакомленія читателей съ новыми изслѣдованіями въ магнитномъ полѣ; другая (VI) посвящена описанію Ниагарской гидроэлектрической установки.

С о д е р ж а н і е :

Лекція первая. Нѣкоторыя свѣдѣнія изъ исторіи ученія о магнетизмѣ. Земной магнетизмъ. Магнитныя склоненіе и наклоненіе. Постоянные магниты. Ученіе о магнетизмѣ Кулона. Свойства магнитовъ. Вліянія на магнетизмъ магнитовъ, оказываемыя теплотою и механическими дѣйствіями. Намагничиваніе никкеля и кобальта.

Лекція вторая. Открытіе Эрстеда. Намагниченіе желѣза токомъ. Электродинамическія явленія, открытыя и изслѣдованныя Амперомъ. Аналогія между электродинамическими и магнитными дѣйствіями. Электромагниты. Измѣненія, производимыя въ свойствахъ желѣза и стали намагниченіемъ. Теорія молекулярныхъ магнитовъ Вебера. Теорія магнетизма Фарадея-Максвелля. Магнитное поле. Магнитныя силовыя лініи.

Лекція третья. Различныя явленія, наблюдаемыя въ магнитномъ полѣ. Установка въ немъ магнитныхъ и діаманитныхъ тѣлъ; законъ Беккереля; измѣненіе гальваническаго сопротивленія проводниковъ; вѣсмутовая спираль Ленара; индукція токовъ; механическія дѣйствія на проводники; вращеніе плоскости поляризаціи свѣта; явленіе Зеемана. Силовыя магнитныя лініи—оси деформацій, возбуждающіяся въ эфирѣ. Ліній магнитной индукціи внутри намагниченнаго тѣла. Напряженіе магнитнаго поля. Число силовыхъ ліній въ полѣ. Магнитная цѣна. Законъ магнитнаго потока.

Лекція четвертая. Физическое объясненіе явленія индукціи токовъ. Законъ индукціи Фарадея. Законъ индукціи Максвелля. Индукція отъ кольцевой катушки. Механическія дѣйствія магнитнаго поля на проводникъ съ токомъ. Объясненіе машинъ: магнито-электрической,

обыкновенной динамо, шунтъ-динамо. Кольцо Грамма. Объясненіе динамомашинъ переменнаго тока. Объясненіе и значеніе трансформаторовъ.

Лекція пятая. Объясненіе электродвигателей съ токомъ постоянного направленія электродвигателей съ токомъ переменнаго направленія. Вращающаеся магнитное поле. Опытъ Феррариса. Система двухфазныхъ переменныхъ токовъ. Описаніе и объясненіе модели *двухфазнаго двигателя*. Описаніе кольца машины, дающей систему двухфазныхъ токовъ. Система трехфазныхъ переменныхъ токовъ (вращающій токъ). Описаніе и объясненіе 2-хъ моделей *трехфазнаго двигателя*. Описаніе Лауфенъ-Франкфуртскихъ передачъ энергіи при посредствѣ системы трехфазныхъ переменныхъ токовъ. Машины г. Броуна. Электродвигатель г. Доливо-Добровольскаго.

Лекція шестая. Ниагарская гидроэлектрическая установка.

Traité théorique et pratique des **Machines dynamo-électriques** par **Silvanus P. Thompson**. Traduit de l'anglais sur la quatrième édition par **E. Boistel**. Troisième édition française. Paris. Ch. Béranger, éditeur. 1900. 814 pp. Цѣна 30 фр. (= 12 р.).

Les Machines dynamo-électriques à courant continu et à courants alternatifs par **Gisbert Kapp**. Traduit sur la troisième édition allemande par **P. Lecler**. Paris. Ch. Béranger, éditeur. 1900. 562 pp. Ц. 16 фр. (= 7 р. 50 к.).

Оба эти сочиненія: „Динамомашинны“ С. Томпсона и „Динамомашинны и альтернаторы“ Г. Каппа хорошо извѣсны русскимъ техникамъ по переводамъ ихъ на нашъ языкъ. Изъ лежащихъ передъ нами французскихъ переводовъ, прекрасно изданныхъ парижскою фирмою Беранже, первый вышелъ уже третьимъ изданіемъ, пополненный по послѣднему изданію на англійскомъ языкѣ; второй—сдѣланъ по третьему нѣмецкому оригиналу (сочиненіе Каппа вышло и на нѣмецкомъ, и на англійскомъ языкахъ).

О переводѣ г. Буастеля въ нашѣмъ журналѣ было уже упомянуто (см. „Электричество“ 1893 г. № 24, стр. 350). Переводъ книги Каппа сдѣланъ П. Деклеромъ точно и съ полнымъ значеніемъ предмета.

Оба французскихъ изданія могутъ быть полезны и русскому читателю, желающему познакомиться съ тѣми измѣненіями и пополненіями, которыя введены англійскими авторами въ послѣднія изданія ихъ замѣчательныхъ сочиненій.

Изданія, присланныя въ редакцію для отзыва.

А. П. Постниковъ.—О природѣ электромагнетизма.—Опытъ общедоступнаго изложенія теоріи Максвелля и его послѣдователей. Съ портретомъ Клерка Максвелля. Москва. 1900 г. 64 стр. Цѣна 75 коп.

Инженеръ Г. П. Ревенскій.—О выборѣ системы отопленія и вентиляціи. Докладъ III съѣзду русскихъ зодчихъ въ С.-Петербургѣ 19 января 1900 г. Москва. 1900 г. 11 стр. Цѣна 30 коп.

Асфальтъ и его примѣненія для устройства мостовыхъ и для другихъ работъ. Настольная справочная книга для строителей. Составилъ инженеръ-технологъ **Р. Л. Коганъ**. СПб. 1899 г. 167 стр. 2 карты. Цѣна 1 руб.

L'Électricité en Physiologie, par **M.-r Léon Morokhowetz**, professeur de physiologie, Di-

recteur de l'Institut physiologique à l'Université Impériale de Moscou. Première livraison. Moscou. 1899 г. 32 стр. Цѣна выпуска 1 франкъ.

Actualités Scientifiques. **Edgar-F. Smith**, professeur de Chimie à l'Université de Pennsylvanie. **Analyse Electrochimique**. Traduction publiée avec l'autorisation de l'auteur d'après la deuxième édition américaine, revue et augmentée; suivie d'un index bibliographique, par **Joseph Rosset**, Ingénieur Civil de Mines. Paris. Gauthier Villars, imprimeur-libraire. 1900. XVI+203 стр. 27 рис. Цѣна 3 фр.

A. Garbasso, incaricato di un corso di fisica matematica nella R. Università di Pisa. **15 Lezioni sperimentali su la luce, considerata come fenomeno elettromagnetico**. Con centouna incisione e tre tavole fuori testo. Milano. Editori della Rivista d'Elettricità. 1897 г. 255 стр. 104 рис. Цѣна 3 лире.

† Давидъ Эдвардъ Юзь.

22 января (нов. ст.) текущего года скончался известный англійскій физикъ Юзь.

Давидъ Эдвардъ Юзь родился 16 мая 1831 года въ Балла, близъ Сноудона (въ Англии). Родители его въ 1838 году эмигрировали въ Америку, гдѣ онъ сдѣлался плантаторомъ въ Виргиніи.

Любовь къ музыкѣ и способности молодого Юза обратили вниманіе известнаго пианиста профессора Гарта, который и опредѣлилъ его профессоромъ музыки въ колледжъ Бардстоуна въ шт. Кентуки, несмотря на то, что ему было всего 19 лѣтъ.

Свободное отъ занятій время Юзь сталъ употреблять на занятія физикой и едва достигши 20 лѣтъ занялъ въ томъ же колледжѣ катедру натуральной философіи. Въ 1855 году онъ покинулъ колледжъ для частныхъ уроковъ музыки, а также для того, чтобы имѣть возможность посвящать больше времени своему печатающему телеграфу, идея котораго у него зародилась давно. Первый приборъ былъ построенъ въ Луивиллѣ въ 1854 году и привилегированъ въ Америкѣ въ слѣдующемъ году.

Первыя попытки практическаго примѣненія аппаратовъ Юза въ Америкѣ—1855—1857 г.г., и въ Англии, въ 1857—1860 г.г., были неудачны. Много лучшей пріемъ встрѣтилъ Юзь во Франціи, гдѣ его аппаратъ, послѣ годичнаго испытанія, былъ принятъ Управленіемъ телеграфовъ. Вслѣдъ затѣмъ аппаратъ былъ принятъ въ 1862 г. въ Италиі, въ 1863 г. въ Англии, затѣмъ послѣдовательно въ Россіи въ (1865 г.), Пруссіи, Австріи и Турціи.

На Парижской всемірной выставкѣ 1867 г. Юзь получилъ одну изъ 10-ти възконкурсныхъ золотыхъ медалей за наиболѣе замѣчательныя открытія и изобрѣтенія (другую подобную медаль получилъ въ то же время Фильдъ за трансатлантическую телеграфію).

Вслѣдъ затѣмъ аппаратъ Юза былъ принятъ въ Голландіи, Баваріи, Вюртембергѣ, Швейцаріи и Бельгіи.

Въ 1873 году Юзь изобрѣлъ микрофонъ, въ 1879 году индукціонные вѣсы и въ то же время осуществилъ передачу электрическихъ вольтъ на разстояніе, съ которой онъ не желалъ познакомиться ученый міръ, въ виду того, что онъ не могъ объяснить теоріи этого явленія.

Его многочисленныя и важныя изслѣдованія по электричеству и магнетизму съ 1872 года, доставили ему, въ 1880 году, званіе члена Королевскаго Общества (Royal Society), затѣмъ въ 1886 году онъ былъ избранъ президентомъ Института Инженеровъ-Электриковъ; въ 1897 году Юзь получилъ медаль Альберта, наивысшая награда, даваемая лондонскимъ обществомъ Society of Arts.

Вспомогательная касса рабочихъ-электротехниковъ въ С.-Петербургѣ.

20 декабря минувшаго года Министерствомъ Внутреннихъ Дѣлъ утверждёнъ Уставъ Вспомогательной кассы рабочихъ-электротехниковъ въ С.-Петербургѣ, преслѣдующей двѣ одинаково заслуживающія одобренія цѣли: оказаніе помощи нуждающимся ея членамъ и сближеніе членовъ кассы между собой для усовершенствованія своихъ техническихъ знаній.

Согласно Уставу, дѣйствительными членами кассы могутъ быть: 1) рабочіе-электротехники, окончившіе курсъ въ школахъ рабочихъ-электротехниковъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, 2) рабочіе-электротехники, посѣщающіе курсъ этой школы, и 3) лица, работающія въ электротехническихъ заведеніяхъ или состоящія при электротехническихъ работахъ въ казенныхъ и частныхъ учрежденіяхъ. Эти лица вносятъ въ кассу 5 руб. при вступленіи и по 6 руб. ежегодно. Кромѣ сихъ лицъ, Уставъ предусматриваетъ членовъ-жертвователей, вносящихъ въ пользу кассы отъ 3 руб. ежегодно, и почетныхъ членовъ: а) лица, оказавшія особые услуги кассѣ, и б) электротехники и электротехнические учрежденія, принявшіе на себя обязательство дѣлать въ кассу опредѣленные взносы (отъ 10 р. въ годъ), или же внесшіе одновременно суммы отъ 100 руб.

Всѣ поступления въ кассу, какъ указанныя выше, такъ и нѣкоторыя другія, отчисляются поровну въ запасный (неприкосновенный) капиталъ кассы и въ оборотный капиталъ; изъ суммъ сего послѣдняго касса имѣетъ выдавать безпроцентныя годичныя ссуды членамъ оной (между прочимъ, на обзаведеніе электротехническихъ мастерскихъ) и безвозвратныя пособія въ особо несчастныхъ случаяхъ членамъ кассы, а равно семействамъ умершихъ членовъ.

Помимо сего кассѣ предоставлено заботиться о прискачаніи членамъ ея временныхъ и постоянныхъ занятій, причемъ, лица, воспользовавшіяся симъ правомъ, обязаны доставлять Комитету кассы періодическіе отчеты о своей дѣятельности. На ряду съ симъ слѣдуетъ отмѣтить, что Уставомъ кассы предусматривается также оказаніе членамъ оной и ихъ семействамъ безплатной медицинской помощи, содѣйствіе въ хлопотахъ о льготномъ помѣщеніи престарѣлыхъ членовъ кассы—въ богадѣльни и больницы, дѣтей членовъ и ихъ сиротъ—въ пріюты и учебныя заведенія и пр.

Не входя въ разсмотрѣніе правилъ внутренняго распорядка кассы и веденія дѣлъ оной, отмѣтимъ, что согласно Уставу, Инспекторъ Школы рабочихъ-электротехниковъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества состоитъ, по должности, непрѣмленнымъ членомъ Комитета старшинъ кассы (распорядительный органъ кассы) и пользуется всѣми правами старшины кассы. Кромѣ того, Постоянной Комиссіи по техническому образованію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества,—не мало потрудившемуся надъ созданіемъ въ Россіи института теоретически и практически подготовленныхъ рабочихъ-электротехниковъ, а также проживавшей много труда по организаціи настоящей Вспомогательной кассы, какъ средства къ улучшенію матеріальнаго положенія сихъ лицъ и къ сближенію ихъ на почвѣ общихъ интересовъ,—предоставлено назначать въ Комитетъ старшинъ кассы одного изъ ея непрѣмленныхъ членовъ, съ правомъ голоса въ засѣданіяхъ Комитета.

Нельзя не приветствовать отъ всей души этотъ первый опытъ самостоятельности русскихъ рабочихъ-электротехниковъ, проведенный, судя по Уставу кассы, съ достаточной осторожностью въ отношеніи финансовой самостоятельности оной и въ то же время открывающій возможность улучшенія матеріальнаго положенія и повышения уровня техническихъ знаній въ средѣ членовъ кассы.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Международные конгрессы въ Парижѣ въ 1900 году.—По случаю международной выставки въ Парижѣ устраиваются болѣе 100 различныхъ конгрессовъ. Для свѣдѣнія нашихъ читателей сообщаемъ о нѣкоторыхъ изъ нихъ:

Названіе конгрессовъ.	Время собранія.	Членскій взносъ для французскихъ членовъ, въ фр.
Акціонерныя Общества.	8 по 12 іюня.	20
Архитектура.	30 іюля по 4 авг.	25
Ацетиленъ.	25 по 30 іюня.	—
Газъ.	3 по 5 сент.	20
Горное дѣло.	18 по 23 іюня.	20
Желѣзные дороги.	20 по 29 сент.	—
Коммивояжеры.	8 по 11 іюля.	Соревнователи—5 Дѣйствит. члены—2
Математика.	6 по 11 авг.	30
Образованіе техническое, торговое и промышленное.	6 по 11 авг.	6
Образовательная печать.	9 по 11 авг.	6
Наблюденіе и безопасность паровыхъ механизмовъ.	16 по 18 іюля.	10
Несчастные случаи на работахъ и общественное страхованіе.	25 по 30 іюня.	10
Примѣненія электричества въ медицину.	27 іюля по 1 авг.	25
Промышленная собственность.	23 по 28 іюля.	20
Самодвижущіеся экипажи.	9 іюля.	20
Способы испытанія материаловъ.	9 по 16 іюля.	25
Торговля и промышленность.	23 до 28 іюля.	30
Трамваи.	8 по 12 іюня.	—
Физика.	6 по 11 авг.	20
Химія.	6 по 11 авг.	—
Химія прикладная.	23 по 31 іюля.	20
Хронометрія.	—	—
Электричество.	18 по 25 авг.	20

Примѣненіе электродвигателей въ типографіяхъ.—Гольмсъ въ докладѣ обществу инженеровъ въ Нью-Кестлѣ (Англія) сообщаетъ о типографіи, которая употребляетъ 74 электродвигателя для приведенія въ дѣйствіе различныхъ машинъ, что на 20% увеличило продуктивность работы типографіи. Причинами такого увеличенія Гольмсъ считаетъ, во-первыхъ, то, что электродвигатели всегда готовы къ работѣ, затѣмъ равномерная скорость обезпечиваетъ хорошую печать, уменьшая, такимъ образомъ, число дефектныхъ экземпляровъ; кромѣ того, нѣтъ причины бояться загрязненія масломъ и т. п., что неизбежно при пользованіи передаточными валами, шкивами и т. п.; является возможность получить какую угодно скорость съ помощью коммутатора и реостата, тогда какъ передаточные валы и шкивы могутъ дать только три, четыре скорости; паровой двигатель, обыкновенно слабый и небольшой скорости, еще уменьшаетъ ее при большемъ числѣ работающихъ машинъ, причемъ, конечно, скольженіе ремней далеко не рѣдкое явленіе.

Къ вопросу о стоимости электрической тяги.—Опубликованные лондонскими журналами результаты эксплуатаціи нѣсколькихъ трамвайныхъ линій въ Англіи даютъ достаточно ясное понятіе о годовомъ пробѣгѣ вагоновъ, стоимости вагона-мили и т. п. Приводимъ нѣкоторые изъ нихъ:

	Годовой пробѣгъ, въ миляхъ.	Стоимость на милю, въ пенсахъ (2 1/2 коп.).	Отношеніе расхода къ доходу въ %.
Блэкбернъ	153.390	6,86	44
Блэкпулъ и Флитвудъ	355.565	8	49,7
Дувръ	204.257	5,68	52
Глазго	760.000	5,75	40
Гаргилуль	135.740	8,03	71,25
Лидсъ	30.000	4,83	39
Саутъ-Стаффордширъ	257.312	7,58	61

Электричество на газовомъ заводѣ.—Нѣкто Филькъ сообщаетъ объ электрической установкѣ на газовомъ заводѣ въ Детруа, въ Америкѣ. Двигательная сила доставляется газовымъ двигателемъ, приводящимъ въ движеніе динамомашину, доставляющую токъ для освѣщенія всѣхъ мѣстъ, гдѣ какое-либо другое освѣщеніе было бы опаснымъ, какъ напримѣръ, въ помѣщеніи компрессоровъ и т. п. Выключатели для этихъ лампъ накаливанія помѣщаются въ этихъ помѣщеніяхъ для того, чтобы вполне устранить возможность искробразованія, могущаго повлечь за собой взрывъ. Кромѣ освѣщенія общество устроило интересный приборъ, передающій на разстояніи показанія давленія въ газометрахъ. Колоколь этихъ газометровъ снабженъ контактнымъ стержнемъ, скользящимъ по различнымъ контактамъ, соединеннымъ съ сопротивленіемъ, по мѣрѣ того какъ этотъ колоколь опускается съ уменьшеніемъ давленія газа. Черезъ эти сопротивления проходитъ опредѣленный токъ, а получающій приборъ, подобный телеметру Фиска, указываетъ, на разстояніи, измѣненія разности потенциаловъ, которыя пропорціональны измѣненіямъ давленія въ газометрѣ.

Телеграфія безъ проводовъ въ Южной Африкѣ.—Корреспонденты англійскихъ газетъ сообщаютъ о среднемъ успѣхѣ дѣйствія приборовъ Маркони въ Южной Африкѣ, что объясняется ими близостью желѣзныхъ колеи, мѣшающихъ прохождению герцовыхъ волнъ. Самъ же Маркони думаетъ, что причину слѣдуетъ искать въ плохомъ сообщеніи съ землей, которая весьма суха въ этой части Африки, а отнюдь не въ близости массъ желѣза, такъ какъ эта причина исключается возможностью телеграфированія чрезъ желѣзные корпуса судовъ.

Международная выставка трамваевъ въ Лондонѣ.—Въ іюнѣ т. г. въ Лондонѣ устраивается международная выставка трамваевъ. До сихъ поръ подобныя выставки устраивались лишь для трамвайныхъ принадлежностей; эта же выставка отличается тѣмъ, что на ней будутъ экспонироваться вполне оборудованные вагоны трамваевъ: до 10 различныхъ типовъ. Будутъ экспонироваться кабельныя системы, системы съ сжатымъ воздухомъ, газовыя, паровыя, электрическія устройства туннелей для подземныхъ трамваевъ, принадлежности центральныхъ электрическихъ станцій для электрическихъ трамваевъ (котлы, паровыя машины, динамо и т. п.), подвижной составъ и т. д.