

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

## Электротехника въ Америкѣ.

### I. Примѣненіе электричества къ тягѣ.

Исторія развитія. — Отдача установокъ для электрическихъ трамваевъ. — Расчетъ дохода эксплуатаціи. — Электрическая желѣзная дорога.

Исторія примѣненія электричества къ тягѣ очень интересна; она дѣлится на два періода, каждый изъ которыхъ характеризуется примѣненіемъ на практикѣ одного изъ двухъ замѣчательнѣйшихъ въ практическомъ отношеніи изобрѣтеній по электричеству — аккумуляторовъ и динамомашинъ. Первые электрическіе вагоны, кареты или лодки приводились въ движеніе помѣщенными въ нихъ или батареями, или аккумуляторами. Идея такого примѣненія батарей съ запасомъ энергіи принадлежитъ аббату дель-Негро въ Падуѣ, Якоби въ Петербургѣ и шотландцу Давидсону; въ 50-хъ годахъ американскіе техники принялись за разработку и практическую постановку этого дѣла; они довели размѣры вагоновъ до обычныхъ при другой тягѣ и достигли скорости 27 верстъ въ часъ. Въ 1851 году Мозесъ Фармеръ примѣнилъ снабженіе вагоновъ токомъ отъ батарей по рельсамъ. Дальнѣйшіе шаги по развитію этого дѣла принадлежатъ изобрѣтателямъ стараго свѣта. Въ 1855 году во Франціи были взяты патенты на схему снабженія вагона токомъ по способу «третьяго рельса», и наземнаго провода. Такимъ образомъ, основныя идеи желѣзнодорожной проводки были выработаны уже въ этотъ первый періодъ примѣненія электрической тяги.

Второй періодъ начинается со знаменитаго открытія обратимости динамомашинъ, сдѣланнаго Фонтеномъ и Бреге на Вѣнской выставкѣ 1883 г. Однако, цѣлыхъ шесть лѣтъ прошло послѣ этого до тѣхъ поръ, когда новое открытіе перешло изъ области эффектныхъ лекціонныхъ опытовъ на поле практики, внося съ собою дешевизну и удобства, соединенныя съ полною солидностью въ дѣлѣ передачи энергіи. Первые практическіе результаты были получены во Франціи и Германіи. До 1883 г. въ Америкѣ были сдѣланы сравнительно незначительные шаги Эдисономъ и Фельдомъ; но затѣмъ цѣлый рядъ изобрѣтателей, между которыми назовемъ самыхъ выдающихся — Ванъ-де-Поля и Спрага, разработали детально способы проводки, типы роликовъ; замѣнили динамомашину, употреблявшіяся для освѣщенія, специальными электромото-

рами, разобрали цѣлый рядъ вопросовъ, типичныхъ и насущныхъ для дѣла электрической тяги и довели его до того блестящаго состоянія, какому невольно теперь поражается всякій, побывавшій въ Сѣверной Америкѣ, и которое особенно ясно сказывается въ длинѣ пути американскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, въ десять разъ большемъ, чѣмъ такой же путь всѣхъ государствъ Европы, вмѣстѣ взятыхъ, а также и въ томъ значеніи, какое пріобрѣтаютъ американскія компаніи электрическихъ желѣзныхъ дорогъ и американскій типъ ихъ — для всего свѣта.

Намъ, русскимъ, у которыхъ электрическая тяга находится въ зачаточномъ состояніи, особенно должно быть интересно поучиться у американцевъ этой отрасли техники, въ которой они достигли такого совершенства.

Мы привыкли къ электрическому освѣщенію и безъ удивленія наблюдаемъ, какъ оно распространяется во всѣхъ странахъ, при всевозможныхъ условіяхъ. Будущее его ясно. Электрическая же тяга представляетъ для насъ совершенную новостъ, у насъ нѣтъ не только привычки, но и никакихъ данныхъ объ этомъ примѣненіи электричества, и будущее его для насъ не освѣщено ни однимъ лучемъ. Для американца электрическая тракція — такая же реальная, твердо установленная область техники, какъ и электрическое освѣщеніе; будущее распространеніе его не подлежитъ сомнѣнію.

Само собою разумѣется, что ни быстрота, ни удобства заставляютъ предпринимателей предпочесть электрической трамвай паровому или кабельному (cable car), но единственно — удовлетворительное полезное дѣйствіе при этой системѣ передвиженія, дающее возможность работать съ выгодой. Американскія компаніи и владѣльцы центральныхъ станцій весьма неохотно сообщаютъ результаты своей эксплуатаціи, но и изъ тѣхъ данныхъ, которые опубликованы, можно довольно точно опредѣлить это полезное дѣйствіе.

При электрической тягѣ мы имѣемъ дѣло съ обыкновенною схемою: механическая энергія обращается въ электрическую тамъ, гдѣ это удобно, и въ видѣ энергіи тока посылается туда, гдѣ нужно совершить работу, въ электродвигатели вагона, механически связанные съ осями его колесъ. Въ Америкѣ пока весьма мало пользуются

даровыми силами природы; въ громадномъ большинствѣ случаевъ утилизируется энергія пара. При этомъ является 4 источника бесполезной растраты энергіи: на треніе между частями паровой машины, потери въ генераторѣ тока, потери въ проводникѣ, въ электродвигателяхъ и, наконецъ, при передачѣ движенія осямъ вагона.

Первая и послѣдняя причина наиболѣе вліяютъ на полезное дѣйствіе. Мы рассмотримъ сначала потерю на треніе. Прежде всего остановимся на одной отличительной чертѣ эксплуатаціи электрической тяги; ее слѣдуетъ постоянно имѣть въ виду. Городскія и даже среднія пригородныя линіи не бываютъ большой длины, и среднее число движущихся вагоновъ незначительно; слѣдовательно, работа станціи постоянно отвѣчаетъ работѣ каждаго отдѣльнаго вагона, — работѣ, которая крайне измѣнчива вслѣдствіе уклоновъ пути, остановокъ и различія нагрузокъ вагоновъ. Отсюда происходитъ постоянное колебаніе нагрузки паровой машины; въ виду этого, послѣднюю приходится разсчитывать на гораздо болѣеую мощность, чѣмъ какая потребна для средней работы линіи, или допускать ее работать съ перегрузкою. Результаты обонхъ рѣшеній вопроса далеко не одинаковы; всѣмъ извѣстно, что потеря на треніе частей машины есть постоянное число лошадиныхъ силъ, независимое отъ нагрузки ея, а также, что потеря эта въ процентахъ индикаторныхъ силъ гораздо больше у машинъ слабыхъ, чѣмъ у мощныхъ. Такъ, американскіе типы машинъ даютъ эту потерю отъ 20 до 9<sup>0</sup>/<sub>100</sub> при измѣненіи мощности отъ 23 до 347 л. с.

Отсюда слѣдуетъ, что потеря на треніе быстро возрастаетъ съ уменьшеніемъ нагрузки и притомъ на малыхъ линіяхъ быстрѣе, чѣмъ на линіяхъ большихъ. Это ясно показывается на слѣдующихъ примѣрахъ, приводимыхъ инженерами Кросби и Беллемъ: по ихъ измѣреніямъ отдача была для машины.

|                 | при полн. нагр. | при средн. нагр. |
|-----------------|-----------------|------------------|
| на 60.000 ваттъ | 85              | 70               |
| » 100.000 »     | 92              | 88               |

Предыдущее показываетъ, съ какими трудностями приходится имѣть дѣло на небольшихъ линіяхъ электрическаго трамвая, и поясняетъ, почему американскіе практики пришли къ убѣжденію, что выгоднѣе работать, позволяя машинѣ быть на короткое время перегруженной.

Вопросъ имѣетъ еще другую сторону. Кромѣ потери на треніе, происходитъ потеря на передачу движенія отъ паровой машины къ динамо. Этой потери можно избѣгнуть, насадивъ динамо на валъ парового двигателя, который при этомъ долженъ давать весьма много оборотовъ въ минуту. Послѣднее обстоятельство вноситъ новую выгоду, повышая регулярность хода машины, не смотря на измѣненія нагрузки. Кромѣ того, обыкновенно эти машины даютъ возможность въ широкихъ предѣлахъ регулировать доступъ пара, но при этомъ не слѣдуетъ забывать, что какъ слишкомъ поздняя, такъ и слишкомъ ранняя отсѣчки понижаютъ полезность сгораемаго топ-

лива; однако, и тутъ оказалось, что въ послѣднемъ случаѣ это пониженіе менѣе значительно, и это снова говоритъ въ пользу работы съ перегрузкой. Машины компаундъ лучше примѣняются къ переменной нагрузкѣ и, кромѣ того, онѣ требуютъ значительно меньше угля для той же работы. Машины типа Корлисса, дающія во многихъ случаяхъ прекрасные результаты, плохо отвѣчаютъ переменнымъ нагрузкамъ.

При удачномъ выборѣ машины, потеря на треніе можетъ быть сведена до 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, но обыкновенно она около 15<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, иногда же поднимается до 30<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Машина динамо, кромѣ механическаго тренія, одного и того же для всякой нагрузки, несетъ въ себѣ источники потерь въ видѣ гистерезиса, токовъ Фуко, нагреванія обмотки. Послѣдняя причина ослабѣваетъ съ уменьшеніемъ нагрузки, если имѣемъ дѣло съ машиной постоянной разности потенциаловъ, и потому отдача динамо не падаетъ съ нагрузкой столь быстро, какъ отдача паровой машины; кривыя отдачи показываютъ, что, начиная съ половиною нагрузки, полезность динамо мало измѣняется, и потому слѣдуетъ проектировать динамо такъ, чтобы ей не приходилось работать перегруженною. Практика выработала такое правило: нормальною нагрузкою динамо должна быть принята мощность, равная половинѣ мощности всѣхъ вагоновъ, причѣмъ на каждый 16-ти футовый вагонъ слѣдуетъ считать по 6 — 8 лошадиныхъ силъ. Правило это годно даже для самыхъ короткихъ линій съ большими уклонами; пользуясь имъ, можно имѣть машину, работающую со среднею нагрузкой немного выше половины полной мощности машинъ и со среднею отдачею 85—90<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Теперь мы можемъ получить полную отдачу всей генераторной станціи. При настоящихъ машинахъ едва ли можно перейти за 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, обыкновенно отдача получается болѣе низкая. На одной американской станціи машина Виланса и динамо Гульдена, насаженная прямо на валъ первой, даютъ 91 и 72<sup>0</sup>/<sub>100</sub> соотвѣтственно при полной и половинной нагрузкѣ. На другой: Армингтона и Симса съ динамо Эдисона, также насаженной, даютъ 71,4 и 70<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Наконецъ, на третьей (Лафайеттъ въ Индианѣ) Корлиссъ и Эдисонъ даютъ всего 65 и 60<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Послѣдній примѣръ весьма интересенъ; онъ доказываетъ вредное вліяніе употребленія иѣсколькихъ динамо вмѣсто одной. На Лафайеттской станціи ихъ установлено 3 (двѣ по 30.000 ваттъ, насаженныхъ въ противовѣсъ).

Потеря энергіи на линіи — не велика. Даже не всегда слѣдуетъ стремиться къ уменьшенію ея, такъ какъ это приводитъ къ излишнимъ затратамъ, не искупающимъ малою выгодою въ эксплуатаціи. Наоборотъ, иногда выгодно построить генераторную станцію вдали отъ путей. Принявъ потерю въ линіи между 10 и 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, мы можемъ теперь рѣшить вопросъ, какая часть индикаторныхъ силъ передается двигателю вагона? — это и будетъ практическій результатъ электрической передачи энергіи. Въ настоящее время наиболѣе вѣроятнымъ

полезнымъ дѣйствіемъ этой передачи слѣдуетъ считать 55—60%.

Двигатели динамо имѣютъ еще лучшую отдачу, чѣмъ динамо-генераторы, потому что въ нихъ магнетизмъ сердечника *усиливаетъ* дѣйствующее на якорь поле. По Гопкинсону разность отдачъ достигаетъ 5%. Для электрическаго трамвая выбираютъ машины съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ; требованіе высокой электровозбудительной силы и возможно малаго вѣса позволяетъ слѣлать внутренне источники потерь въ двигателяхъ весьма малыми. Вредными обстоятельствами остаются регулирующий приборъ и соединеніе мотора съ осью. Необходимость перваго очевидна: въ моментъ включенія мотора въ цѣпь, въ немъ нѣтъ обратной электровозбудительной силы, и электрическій токъ, устремившійся въ его обмотки, долженъ причинить порчу ихъ; для предотвращения этого слѣдуетъ вводить сопротивленіе до того момента, когда якорь приобрететъ нормальную скорость. Спрагъ достигалъ этой цѣли, соединяя въ началѣ дѣйствія мотора обмотки его магнита послѣдовательно; но позднѣе онъ просто вводилъ послѣдовательно съ двигателемъ сопротивленія (около 6 омовъ). Томсонъ Гоустонъ и Вестингаузъ соединили оба пріема въ одномъ приспособленіи. Регулирующій приборъ понижаетъ отдачу мотора и не вполне опредѣленнымъ образомъ; можно считать, что отдача понижается до 77—83%. Слѣдуетъ замѣтить еще одно важное обстоятельство: когда употребляютъ два мотора въ одномъ вагонѣ, потеря на гистерезисъ удваивается, т. е. растетъ быстрѣе мощности; первая цифра относится именно къ такому случаю. Прежде считали необходимымъ имѣть по два двигателя на каждый вагонъ, во избѣжаніе остановки отъ порчи одного изъ нихъ; теперь имѣютъ слишкомъ большое довѣріе къ динамомоторамъ, чтобы оставлять эту невыгодную схему. Однако, есть случаи, когда и современные техники рекомендуютъ полагать два двигателя: это когда часть линіи трамвая проходитъ внѣ города, часть же внутри его; два двигателя позволяютъ удобно сообщать вагону двѣ весьма различныя скорости, что приносить эксплуатаціи немалую выгоду.

Разсмотримъ потерю на передачу движенія осямъ вагона. При динамомоторахъ весьма большой скорости передача употребляется двойная; ее полезное дѣйствіе врядъ ли можетъ превысить 85%. При употребленіи двухъ моторовъ, оба испремѣнно перебиваютъ другъ друга, что тоже понижаетъ отдачу. За послѣднее время стали употреблять моторы съ малою скоростью (350—450 оборотовъ въ минуту). Передача становится тогда простою, и полезное дѣйствіе достигаетъ 90%. Вестингаузъ, Шортъ и Эйкенмейеръ строятъ двигатели, прямо насаживаемые на ось вагона. Это должно быть удобно, когда возможны большія скорости передвиженія, но вообще, кажется, отдачу не удалось значительно повысить и при этомъ устройствѣ.

Намъ остается подвести итогъ всѣмъ этимъ

потерямъ. По Кросби и Беллю общая отдача электрическаго трамвая колеблется около 35%. Они полагаютъ, что лишь рѣдко она опускается ниже 30 и поднимается за 40; но изъ предыдущаго достаточно видно, какъ многое еще не выяснено; несомнѣнно, что въ будущемъ, съ практикою дѣла, полезное дѣйствіе повысится, и главнымъ образомъ въ чисто механической части всей схемы; отдача электрическихъ приборовъ не оставляется желать лучшаго, не приходится мечтать и о необыкновенныхъ улучшенияхъ въ преобразованіи тепла въ работу: стоимость угля не превышала 10% всѣхъ затратъ.

Мы знаемъ теперь полезное дѣйствіе электрическаго трамвая, но эта цифра ничего не говоритъ о выгодѣ, получаемой его предпринимателями; она можетъ лишь дать понятіе о томъ, можно ли и въ какихъ отношеніяхъ возможно повысить доходность дѣла, увеличивая отдачу, весьма незначительную при настоящемъ состояніи его.

Самый же фактъ доходности объяснится изъ слѣдующихъ данныхъ.

Мы должны будемъ разсчитать затраты на постройку линіи трамвая, его подвижного состава, на ремонтъ, содержаніе и администрацію, и тогда легко будетъ видѣть, при какихъ условіяхъ движенія можно ожидать чистой прибыли. Окажется, что условія эти не выходятъ за предѣлы самой большой вѣроятности.

Миля ординарнаго пути обходится отъ 5 до 50 тысячъ долларовъ; можно смѣло считать 10 тыс. вполне среднюю цѣною. Къ этому нужно прибавить 600 долл. на милю работы и матеріала (мѣдная проволока) по обезпеченію хорошей проводимости рельса\*). Деревянные сосновые или кедровые столбы, красиваго вида, съ поперечными, обойдутся въ 600 долл. (по 90 шт.) на милю. Желѣзные столбы обошлись бы 2.500 долл.; но они имѣютъ то неудобство, что открываютъ лишнюю возможность сообщенія съ землею. Рабочій проводъ стоитъ въ среднемъ до 700 и питающій до 1.000 долл. Итакъ, полная стоимость мили-пути 12.900 долл.

Вагонъ въ 16 фут. длину, его платформа и моторы на 15 л. с. стоятъ соответственно 1.000, 600 и около 1.900 долл., что все составитъ 3.500 долл.

Такъ какъ каждый вагонъ представляетъ изъ себя источникъ дохода, то для вѣрной оцѣнки затратъ на машинное и недвижимое имущество станціи слѣдуетъ дѣлать ихъ на число вагоновъ. Такимъ образомъ получаются соответственно для обихъ статей затраты: 1.350 д. и 700 д. Чтобы можно было къ расчету эксплуатаціи присоединить погашеніе капитала, потраченнаго на установку, слѣдуетъ этотъ послѣдній отнести къ одной вагону-мили. Какъ оказалось на практикѣ, въ городахъ съ 15 до 100 т. жителей, работаетъ одинъ

\*) Въ послѣдней сессіи Нью-Йоркской Street Railway Association Мэкъ Тайфъ сдѣлалъ докладъ о ненужности этой проволоки; его соображенія показываютъ, какъ многое еще измѣнится въ дѣлѣ электрической трамв.

вагонъ на каждую милю; при числѣ жителей отъ 100 до 300 тыс.— три вагона.

Слѣдовательно, если разсчитаемъ полную затрату на вагонъ-милю въ обоихъ случаяхъ, то получимъ 18.550 и 10.550 долл., даже если предположимъ, что во второмъ случаѣ примѣнены желѣзные столбы. При хорошемъ состояніи дѣла доходъ долженъ давать съ этого капитала 5% въ годъ, что составляетъ 2,65 и 1,5 центовъ соответственно на вагонъ-милю (вагонъ дѣлается 35.000 милл въ годъ).

Расходы на эксплуатацію крайне измѣнчивы. Цѣна угля измѣняется въ Америкѣ отъ 1 до 5 долл. за тонну. Расходы на служащихъ при станціи могутъ быть чрезвычайно низки, если трамвай пользуется токомъ со станціи электрическаго освѣщенія. Кросби и Белль приводятъ слѣдующую оцѣнку полной эксплуатаціи одного вагона-мили:

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| Энергія въ линіи . . . . .  | 1,35         | цента. |
| Ремонтъ электрическихъ двигателей вагона . . . . .                  | 1,00         | "      |
| Ремонтъ пути (5% первоначальной стоимости) . . . . .                | 0,43         | "      |
| Машинистъ и кондукторъ . . . . .                                    | 4,50         | "      |
| Ремонтъ вагона и платформы (20% первоначальной стоимости) . . . . . | 0,72         | "      |
| Содержаніе пути . . . . .   | 1,08         | "      |
| Издержки на администрацію . . . . .                                 | 2,00         | "      |
| Удовлетвореніе пострадавшимъ отъ несчастныхъ случайностей . . . . . | 0,25         | "      |
|   | 11,33 цента. |        |

Изъ этого между прочимъ видно, что гораздо выгоднѣе пускать по линіи поѣзда въ два вагона, чѣмъ въ одинъ; это увеличиваетъ потребную энергію лишь на 50%, не увеличиваетъ штата поѣздной прислуги и едва ли повыситъ трату на ремонтъ пути и вагона. Но одиночные вагоны имѣютъ преимущество мягкаго хода, а также при остановкахъ. Простой расчетъ показываетъ, что каждая остановка, продолжительность которой можно положить въ 15 сек. (отъ максимальной скорости до максимальной) стоитъ около 0,4 цента.

Теперь намъ остается отвѣтить на вопросъ, каковъ долженъ быть наименьшій доходъ съ вагона-мили для трамвая, работа котораго не приноситъ убытку. Этотъ доходъ равняется 15—20 центамъ, т. е. на каждую милю вагонъ долженъ перевозить по 3—4 пассажира, или въ день 330—440 пассажировъ. Это и будетъ минимальнымъ движеніемъ. Изъ данныхъ по передвиженіи въ различныхъ городахъ Америки, можно построить весьма любопытную и довольно правильную кривую поѣздокъ на жителя, напр., въ годъ въ зависимости отъ густоты населенія; эта линія показываетъ, что во всѣхъ, даже едва лишь значительныхъ городахъ, движеніе превышаетъ то минимальное, о которомъ упомянуто выше, и потому почти вездѣ общества электрическаго трамвая, держатъ гораздо большее число вагоновъ, чѣмъ то, которое указывается расчетомъ.

Весьма важно замѣтить, что отчасти большое движеніе создается самимъ электрическимъ трамваемъ. Скорость хода, мягкое сидѣніе, красивая внѣшность, образцовая чистота, яркое и пріятное освѣщеніе, любезность прислуги, умѣстительность вагона электрическаго трамвая соблазняютъ пешехода. Американскіе практики утверждаютъ, что валовой сборъ трамвая увеличивается на 25—300% отъ замѣны конной тяги электрическою.

Въ заключеніе обратимся къ вопросу, относительно котораго сами американцы еще не стоятъ на почвѣ практики. Вопросъ заключается въ механической возможности и коммерческой выгодѣ весьма быстро передвиженія товара и пассажировъ на большія разстоянія. Извѣстно уже нѣсколько проектовъ такого передвиженія посредствомъ электрической тяги, но всѣ они требуютъ такихъ огромныхъ капиталовъ, что ни въ Европѣ, ни въ Америкѣ не предвидится имъ скорого осуществленія. Ходили слухи о соединеніи двухъ крупныхъ американскихъ компаній въ одну для образованія достаточныхъ капиталовъ для этого предпріятія. А между тѣмъ современная разработка вопроса, кажется, не оставляетъ желать ничего лучшаго; особенно полнотою отличаются вычисления Кросби, относительно электрической желѣзной дороги изъ Нью-Йорка въ Чикаго, предложеныя и высоко оцѣненные профессорами Г. Роуландомъ и Ж. Дунканомъ.

Главные пункты расчета были: опредѣлить скорость, при которой электрическая тяга становится дешевле паровой, и узнать, покрывается ли расходъ предполагаемымъ движеніемъ почтового груза и пассажировъ между этими городами. При разсмотрѣніи перваго пункта поднимаются трудно разрѣшимые вопросы: какъ измѣняется сопротивленіе воздуха съ измѣненіемъ скорости при очень большихъ величинахъ послѣдней; до какого предѣла можно уменьшать сѣченіе локомотива и т. д. Чтобы ничего не предрѣшать безъ достаточнаго основанія, Кросби варьируетъ данныя для вычисленія въ довольно широкихъ предѣлахъ. Окончательные выводы его приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Таблица, дающая отношеніе стоимости лошадиной силы при тягѣ посредствомъ электричества къ стоимости лошадиной силы при паровой тягѣ.

| Отдача динамомотора.                                |                                 | 10%   |      | 20%  |      | 40%  |      |
|---|---------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| Площадь сѣченія локомотива въ кв. ф. на одну тонну. |                                 | 1,0   | 0,1  | 1,0  | 0,1  | 1,0  | 0,1  |
| Скорость милъ въ часъ.                              | Сопротивленіе въ худ. на тонну. |       |      |      |      |      |      |
| 20  | 8                               | 1,15  | 1,16 | 0,92 | 0,85 | 0,56 | 0,55 |
| 40  | 8                               | 1,19  | 1,17 | 0,95 | 0,95 | 0,57 | 0,56 |
| 80  | 8                               | 1,33  | 1,22 | 1,07 | 0,94 | 0,59 | 0,57 |
| 120   | 15                              | 2,57  | 1,47 | 1,66 | 1,13 | 0,80 | 0,64 |
| 140   | 20                              | 10,03 | 1,87 | 7,35 | 1,46 | 2,72 | 0,72 |

Изъ этой таблицы видно, что при средней отдачѣ электродвигателя, выгода на сторонѣ элек-

тричества получается уже при скорости въ 80 и 120 миль въ часъ. Легко объяснить, почему выгодность тяги посредствомъ электричества возрастаетъ со скоростью: ея преимущество и заключается въ томъ, что паровая машина, образующая механическую энергію, не перемѣщается съ запасомъ угля и воды, но работаетъ на мѣстѣ. Чѣмъ болѣе скорость перемѣщенія, тѣмъ большая работа тратится на послѣднее при работѣ паровоза.

Общую стоимость одной мили-поѣзда Кросби исчисляють въ 66.000 долл. Поѣзда предполагается отправлять со скоростью 125 миль въ часъ, такъ что весь путь долженъ быть совершенъ въ 8 часовъ и обойтись въ 394 доллара.

Настоящее движеніе между Чикаго и Нью-Йоркомъ окупило бы эти расходы, если предположить стоимость билета 25 долл. и брать 33 цента за провозъ одного центнера.

Поѣздъ въ три вагона, дѣлающій 1.500 верстъ въ 8 часовъ, питаемый двумя надземными проводками, несущими токъ напряженіемъ 6.000 вольтъ—вотъ будущее электрической желѣзной дороги, и вѣрится, что американцы раньше всѣхъ достигнутъ этого, при своемъ умѣннн ставить вопросъ на практическую почву, пользуясь всѣмъ, что могутъ дать авторитеты съ одной стороны и предшествовавшая практика—съ другой.

А. С.

(Продолженіе слѣдуетъ).

## Электрическая желѣзная дорога въ Кіевѣ.

Статья В. Первенко.

II. Путь. Стремленіе современной техники создать недорогой путь для электрическаго трамвая, безъ надземныхъ проводниковъ, пока не увѣнчалось желаннымъ успѣхомъ; поэтому, за немногими исключениями, электрическія желѣзныя дороги, а между ними Кіевскій трамвай, построены съ надземною сѣтью, т. е. проводники одного полюса подвѣшены къ столбамъ на системѣ специальныхъ приспособленій, а другого—проложены между рельсами и соединены съ ними.

Мы рассмотримъ отдѣльно эти оба провода. Надземные проводы, поддерживаемые столбами, составляютъ: магистральный кабель и рабочий проводникъ; система оттяжекъ направляетъ послѣдній по оси рельсоваго пути. Кабель, изолированный лентой и джутовой оплеткой, пропитаннымъ изолирующимъ составомъ, имѣетъ въ сѣченіи 48 кв. мм. и подвѣшенъ къ фарфоровымъ изоляторамъ телеграфнаго типа, укрепленнымъ къ тѣмъ же столбамъ, которыми поддерживается и рабочий проводникъ; этотъ послѣдній черезъ извѣстные промежутки соединенъ изолированнымъ кабелемъ въ 36 кв. мм. съ магистральнымъ \*).

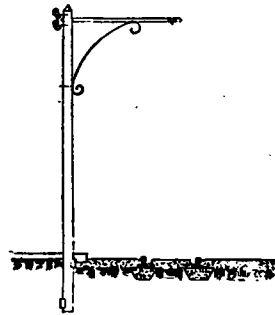
Такимъ образомъ въ передачѣ тока участвуетъ и рабочий проводникъ, имѣющій въ сѣченіи

\*) Отвѣтвленіе заматано и припаяно однимъ концомъ къ магистральной, а другимъ къ стержню *b* изолятора, поддерживающаго проводникъ, но не къ самому проводнику.

28,27 кв. мм. кремнебронзы (6 мм. въ діаметрѣ). Онъ состоитъ изъ концовъ въ 50—70 саж. каждый, спаянныхъ между собою. Пайка концовъ сдѣлана при посредствѣ тонкой и длинной (6") нѣсколько утолщенной у середины бронзовой муфты, обнимающей вложенныя въ нее, наискось и отлого срѣзанные концы проволокъ; хотя пайка сдѣлана оловомъ, тѣмъ не менѣе соединеніе прочное и не узловатое, что, какъ увидимъ послѣ, имѣетъ не маловажное значеніе.

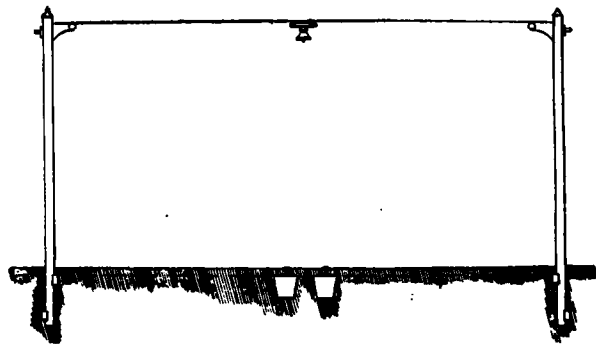
Почти такая же муфта применена для сращиванія кабеля, но въ послѣднемъ, вмѣсто того, чтобы срѣзать его наискось для увеличенія спаиваемыхъ поверхностей—взяты бронзовые конуса, расклинивающіе прямые обрѣзы кабелей внутри, въ расширенной части муфты, при вдвиганнн въ нее сращиваемыхъ концовъ.

Въ зависимости отъ прокладки рельсоваго пути, сбоку или по серединѣ улицы рабочий проводникъ подвѣшенъ или къ желѣзнымъ кронштейнамъ одиночныхъ столбовъ \*) (фиг. 1), или къ



Фиг. 1.

стальному оцинкованному семижильному тросу \*\*), перекинутому черезъ путь отъ столба къ столбу, установленнымъ у панелей улицы (фиг. 2). Въ пер-



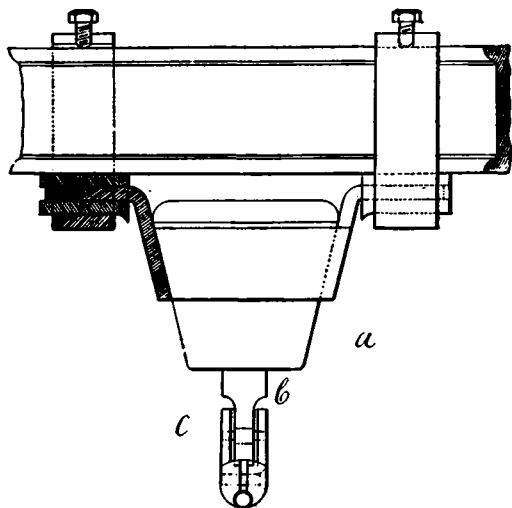
Фиг. 2.

вомъ случаѣ употребляются изоляторы типа А (фиг. 3 и 4), а во второмъ—В (фиг. 5 и 6). Кромѣ этихъ изоляторовъ при проводкѣ на тросахъ пользуются еще деревяннымъ изоляторомъ, о которомъ скажемъ въ своемъ мѣстѣ.

\*) Въ данное время столбы деревянные: сосновые и дубовые, въ будущемъ же на нѣкоторыхъ улицахъ предложено поставить желѣзные.

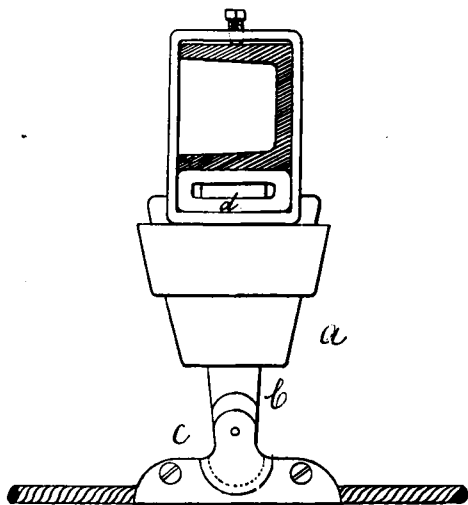
\*\*) Каждая жила 1,7 мм. діаметромъ.

Само собою разумѣется, что, производя проводку на тросахъ, концы ихъ можно было бы укрѣплять не на столбахъ, а въ крюкахъ особыхъ розетокъ, вдѣланныхъ въ стѣны противоположныхъ домовъ, но способъ этотъ, въ виду затруднительности соглашения съ домохозяевами, не практиковался въ описываемой установкѣ.



Фиг. 3.

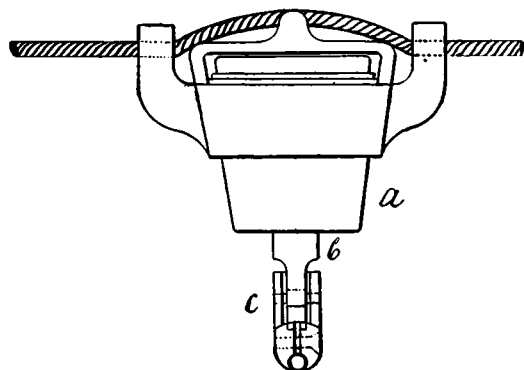
Изоляторы типовъ А и В различаются между собою только крѣпительною арматурою, во всемъ же остальномъ одинаковы; такъ, каждый изъ нихъ имѣетъ фарфоровую втулку *a*, имѣющую форму усѣченного конуса со сквознымъ отверстіемъ для



Фиг. 4.

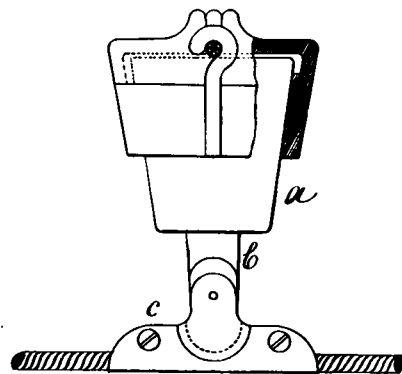
железнаго стержня *b*, и свинчивающійся изъ двухъ половинокъ бронзовый луженый хватъ *c*, сочлененный болтикомъ со стержнемъ; для помѣщенія проводника, внутренняя расширенная часть каждой половины имѣетъ продольный желобокъ, которымъ проводникъ плотно обхватывается при свинчиваніи хвата и удерживается на вѣсу; но при этомъ часть его поверхности, обращенная къ

землѣ, остается открытой для непосредственнаго соприкосновенія съ приборомъ, принимающимъ токъ для вагона. Этотъ приборъ представляетъ собою полую стальную трость, установленную на крышѣ вагона; вершина ея оканчивается стальной лапкою, держащею мѣдный роликъ, исполняющій назначеніе щетки, собирающей токъ съ проводника; трость установлена на пружинномъ основаніи, стремящемся придать ей вертикальное



Фиг. 5.

положеніе; отъ дѣйствія этихъ пружинъ роликъ, будучи подведенъ подъ проводникъ (трость принимаетъ при этомъ наклонное положеніе), нажимаетъ на него настолько сильно, что даже поднимаетъ проводникъ кверху. Отсюда понятно, отчего въ примѣненныхъ изоляторахъ стержень имѣетъ шарнирное сочлененіе съ хватомъ: безъ этого, подвергаясь постояннымъ изгибамъ, проводникъ могъ бы сломаться, шарниръ же въ моментъ прохожденія ролика подъ изоляторомъ



Фиг. 6.

смягчать изгибъ колебаніемъ самаго хвата. Кромѣ того, шарнирное сочлененіе полезно еще въ случаѣ перетяжки линіи въ одну изъ сторонъ: тогда, если бы даже стержень принялъ наклонное положеніе, хватъ останется въ первоначальномъ.

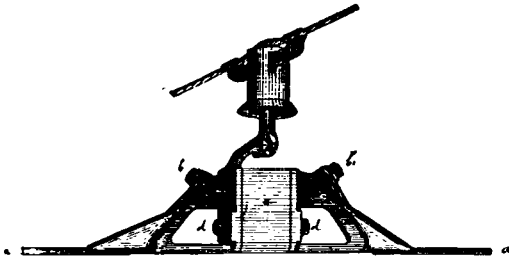
Въ послѣднее время для тросовъ изготовляютъ новый типъ изоляторовъ съ мѣднымъ стаканомъ и эбонитовой втулкой, изолирующей винченный въ него стержень хвата. Изоляторъ этого типа

показанъ на фиг. 7 въ сочлененіи съ линейнымъ прерывателемъ.

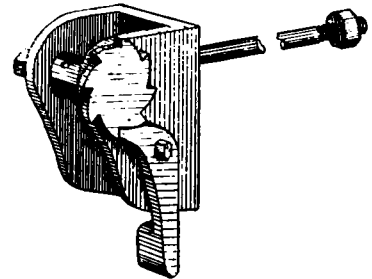
Укрѣпленіе изоляторовъ къ кронштейнамъ показано на фиг. 4, а подвѣшивание къ тросу — на фиг. 6. Для первыхъ взяты желѣзные хомутки съ натяжными болтиками, а вторые просто подвѣшены къ тросамъ имѣющимъ при арматурѣ

сительно правильное положеніе проводника. Такой же блокѣкъ примѣняется еще и при закругленіяхъ.

Надъ прямолинейнымъ рельсовымъ путемъ проводка одинаково проста, какъ на кронштейнахъ, такъ и на тросахъ, но на закругленіяхъ, изгибахъ и развѣтвленіяхъ она усложняется введеніемъ



Фиг. 7.



Фиг. 8.

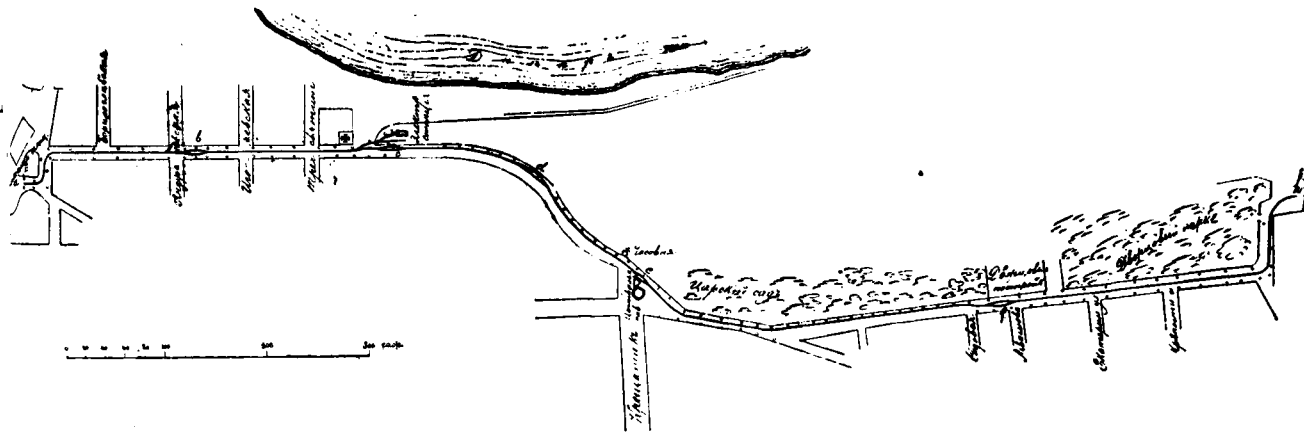
крючьями; подъ хомутки подложены надѣтыя на скобы резиновыя кольца, уединяющія всю арматуру изолятора отъ кронштейна.

Для урегулированія натяженія троса и закрѣпленія концовъ его, на столбахъ установлены чугунные натяжные блокѣкы (фиг. 8); этотъ простой приборчикъ оказываетъ большую услугу въ установкѣ, гдѣ требуется опредѣленная высота и отно-

системы оттяжекъ и другихъ специальныхъ приспособленій.

Кіевская линия трамвая, хотя невелика по длинѣ, но представляла много затрудненій при проводкѣ, и потому изученіе ея можетъ возбудить не малый интересъ техника.

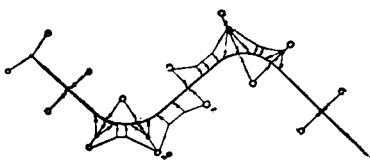
На планѣ пути (фиг. 9) видны, напр., участки



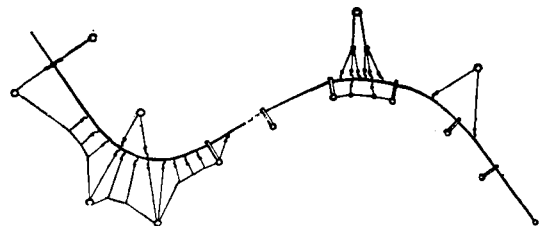
Фиг. 9.

*ab* и *fb*, представляющіе ту особенность, что путь въ этихъ мѣстахъ имѣетъ сильное закругленіе въ видѣ буквы S (фиг. 10 и 11); столбы установлены по

въ концы оправъ деревянныхъ изоляторовъ, о которыхъ упомянуто выше. На фиг. 13 изобра-



Фиг. 10.

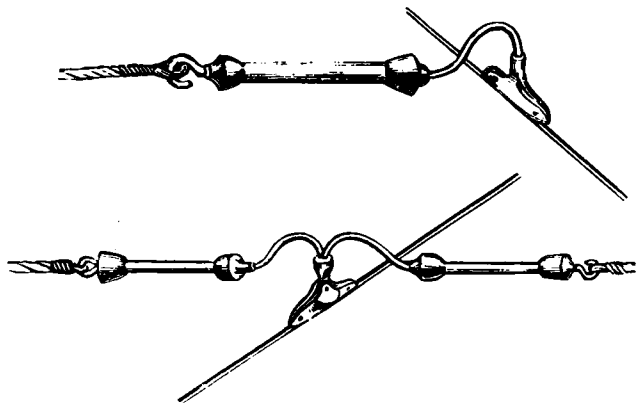


Фиг. 11.

сторонамъ, слѣдовательно, проводка произведена на тросахъ; для приданія рабочему проводнику соответствующаго положенія, примѣнены двойные и одинарные крючья съ тросами, заправленными

женъ такой двойной деревянный изоляторъ въ шарнирномъ сочлененіи съ ухватомъ, а на фиг. 12

одинарный съ ухватомъ, навинченнымъ на нарѣзку крюка \*). Собственно изоляторъ—одинаковъ какъ для тѣхъ, такъ и для другихъ крюковъ; онъ сдѣланъ изъ буковой парафинированой палочки съ бронзовыми оправами на концахъ, въ которые по желанію ввинчиваются желѣзные оцинкованные крюкъ и кольцо или два кольца. Изъ плана фиг. 9 видно, что система оттяжекъ раздѣлена на группы и звенья; послѣднія позволяютъ регулировать одно изъ нихъ, не нарушая правильности сосѣднихъ. Къ группамъ относятся изоляторы, оттягивающіе



Фиг. 12—13.

проводникъ по одному направленію, а къ звеньямъ всѣ одиночныя оттяжки, прикрѣпленныя къ коренной съ двойнымъ изоляторомъ. Прикрѣпленіе одиночныхъ оттяжекъ къ коренной дѣлается при посредствѣ желѣзнаго 2"-го кольца, за которое тросы захватываются петлями.

Закругленіе участка *fb* (фиг. 11) поддерживается системою оттяжекъ изъ тросовъ и кромѣ того столбами съ кронштейнами, такъ какъ отъ округленія путь идетъ сбоку улицы. Число натяжныхъ блочковъ на одномъ столбѣ соответствуетъ числу звеньевъ; въ случаѣ же установки одной оттяжки, взаимнѣ блочка ввинчивается пробойничкъ, за который тросъ закрепляется петлею, а для урегулированія натяженія въ тросъ вводится стяжная муфта.

Соединеніе оттяжныхъ тросовъ съ продольнымъ, какъ, напримѣръ, между столбами 1 и 2, на участкѣ *ab* (фиг. 10) сдѣлано при посредствѣ петель, образовавшихся отъ перегиба и замотки вязательною проволокою оттяжныхъ тросовъ, напизанныхъ на продольный, этотъ же послѣдній укрѣпленъ къ столбамъ съ помощью блочковъ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ продольный тросъ слишкомъ близко подходитъ къ рабочему проводнику, и потому крючья съ деревянными изоляторами оказались бы слишкомъ длинными, проводникъ оттягивается крюками безъ изоляторовъ, т. е. на хвосты первыхъ навинчены бронзовыя петли, при посредствѣ которыхъ крюки напизаны на продольный тросъ; въ этотъ же послѣдній,

для уединенія его отъ столбовъ, введены деревянные изоляторы.

Проводнику, подвѣшенному къ кронштейнамъ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ столбы установлены у наружнаго рельса, изгибъ дается посредствомъ того же продольнаго троса и напизанныхъ на него оттяжекъ; но не всздѣ была возможна такая установка столбовъ, такъ напримѣръ, на разѣздѣ *d* (фиг. 9) по условію мѣстности это совершенно невозможно потому, что отъ бермы наружнаго рельса идетъ откосъ \*), и для приданія кривой пришлось прибѣгнуть къ иному способу, который рассмотримъ ниже, когда коснемся устройства разѣздовъ.

## Выпрямитель переменныхъ токовъ для заряженія аккумуляторовъ.

Статья М. Жака \*\*).

Во всѣхъ отдѣлахъ прикладной науки, видитъ мы, повторяется неизмѣнно одно и то же явленіе. Первые приборы, проектированныя изобрѣтателями, не даютъ обыкновенно удовлетворительныхъ результатовъ, ихъ совершенно оставляютъ и ищутъ рѣшенія тѣхъ же вопросовъ, слѣдя совершенно другимъ путемъ; но, построивъ цѣлый рядъ остроумныхъ и сложныхъ приборовъ, изобрѣтатель убѣждается, что, благодаря прогрессамъ техники за это время, осуществленіе первой его идеи представляется все же наиболѣе простымъ, и онъ приходитъ къ окончательному рѣшенію вопроса, измѣнивъ только въ деталяхъ первую свою модель.

Особенно легко прослѣдить подобныя явленія въ исторіи электротехники. Такъ напримѣръ, случай почти на-дняхъ: динамо-моторы, превращающіе въ постоянный токъ токи переменные или многофазные, основаны на томъ же принципѣ, что „электрическіе краны“ Кабанеласа, изобрѣтенные еще въ 1881 г. и прошедшіе совершенно незамѣченными. Болѣе десяти лѣтъ также не вспомнили о патентахъ Фора, касающихся пользования войлочной обмоткой для предупрежденія разсыпанія дѣйствующей массы въ аккумуляторахъ. Теперь же, испробовавъ рѣшетки всевозможныхъ формъ, опять возвращаются къ идеѣ помѣщать пластины въ пористые мѣшки, пропускающіе подкисленную воду, но удерживающіе массу. Такъ, напримѣръ, пластины въ аккумуляторахъ Томмази, служащихъ для освѣщенія вагоновъ на линіи Paris-Lyon-Méditerranée покрыты оболочкой изъ целлулоида, просверленной цѣлымъ рядомъ мелкихъ отверстій. Съ другой стороны, общество Société pour le travail électrique des métaux испытываетъ теперь оболочку для пластинъ, сдѣланную изъ асбестоваго войлока.

Мысль о возможности выпрямленія переменныхъ токовъ для пользованія ими въ электролитическихъ процессахъ и вообще во всѣхъ случаяхъ, гдѣ потребенъ токъ постоянный, тоже принадлежитъ къ числу очень старыхъ идей. Первая магнито-электрическая машина Клерка была снабжена коллекторомъ, состоявшимъ изъ двухъ полу-колецъ, соединенныхъ соответственно съ двумя полюсами этой машины, дававшей переменный токъ. На эти полу-кольца нажимали двѣ щетки, весь коллекторъ былъ насаженъ на валъ якоря, и переменна полу-кольца подъ щетками проходила какъ разъ въ тотъ моментъ, когда токъ мѣнялъ свое направленіе, а слѣдовательно, щетки собирали всегда токи одного и того же направленія. Нужно еще замѣтить, что въ тотъ моментъ, когда

\*) Очевидно, одинарный изоляторъ не нуждается въ шарнирномъ сочлененіи ухвата, ибо тросъ, обладая достаточною мягкостью, позволяетъ ему колебаться вмѣстѣ съ проводникомъ.

\*) Откосъ начинается отъ разѣзда *c* и тянется вдоль линіи, почти до разѣзда *e*, причемъ, мѣстами, высоту его нужно считать десятками сажени.

\*\*) La Lumière Electrique, 11 Octobre 1893.



щетки касались обѣ одновременно обѣихъ колецъ, катушки машины были замкнуты сами на себя.

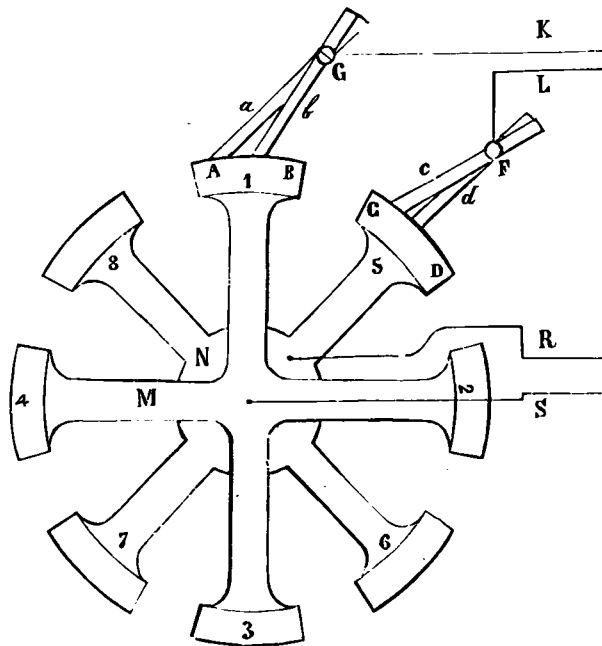
Какъ только кольцо Грамма дало возможность получить токи практически вполнѣ постоянные, выпрямители переменныхъ токовъ были совершенно оставлены. Въ послѣднее время, когда переменные токи снова вошли во всеобщее употребленіе, возобновлены были попытки выпрямлять ихъ — главнымъ образомъ для того, чтобы сдѣлать возможнымъ самовозбужденіе машинъ переменнаго тока. Чтобы достигнуть этого, пользовались и пользуются обыкновенно слегка измѣненнымъ коммутаторомъ Клэрка, примѣняя все тотъ же принципъ замыканія въ короткую цѣнь катушекъ машины, въ тотъ моментъ, когда токъ въ нихъ мѣняется направленіе. Такъ какъ въ моментъ коммутаціи электровозбудительная сила близка къ нулю, то щетки почти не даютъ искръ.

Не смотря на возможность пользованія выпрямленными токами почти во всѣхъ случаяхъ примѣненія токовъ постоянныхъ, все же этимъ послѣднимъ отдаютъ предпочтеніе, въ виду большей простоты пользованія ими. Въ одномъ лишь случаѣ выпрямленіе переменныхъ токовъ представлялось бы дѣйствительно интереснымъ, а именно, для примѣненія ихъ къ зарядженію аккумуляторовъ. Если удастся сдѣлать возможнымъ такое примѣненіе выпрямленныхъ токовъ, то переменные токи лишились бы одного изъ своихъ главныхъ неудобствъ.

Нѣкоторые новѣйшія изслѣдованія показали, что въ извѣстныхъ условіяхъ переменные токи могутъ прямо давать явленія истиннаго электролиза. Но къ сожалѣнію, эти изслѣдованія не вышли пока изъ границъ научныхъ лабораторій — электролизъ этотъ слишкомъ медленъ и слабъ, чтобы быть примѣненнымъ на практикѣ. Съ перваго взгляда кажется весьма простымъ производить зарядженіе аккумуляторовъ съ помощью переменныхъ токовъ, выпрямленныхъ посредствомъ коммутатора, но не слѣдуетъ забывать, что для такого примѣненія нельзя вѣдь пользоваться токами, электровозбудительная сила которыхъ  $E$  периодически измѣнялась бы отъ наибольшей своей величины до 0 — а обыкновенный коммутаторъ, замыкающій катушки лишь на одно мгновеніе, даетъ именно такіе токи. Необходимо, чтобы электровозбудительной силы батареи  $E'$ , а этого можно достигнуть, примѣнивъ коммутаторъ, размыкающій цѣнь динамо не на одно мгновеніе, а на всю ту часть колебанія тока, когда электровозбудительная его сила меньше  $E'$ . Кажется бы, что очень просто построить подобный приборъ; теоретически это такъ, но когда переходятъ къ практическому выполненію этой идеи, то тотчасъ замѣчаютъ, какія трудности представляетъ построење коммутатора, который бы прерывалъ токи вѣсколько сотенъ разъ въ секунду и не давалъ въ то же время сильныхъ искръ, препятствующихъ правильному его дѣйствию. Однако Поллаку удалось благодаря нѣкоторымъ особенностямъ, примѣненнымъ имъ приемамъ, устроить вполнѣ промышленный выпрямитель токовъ съ правильнымъ ходомъ и достаточной экономической отдачей.

Основною частью прибора Поллака служитъ коммутаторъ, насаженный на продолженіи вала небольшого синхроническаго двигателя, приводящагося во вращеніе переменнымъ токомъ того же числа переменъ, что и тотъ токъ, который желаютъ выпрямить. Коммутаторъ состоитъ изъ столькихъ же сегментовъ, сколько полюсовъ у двигателя; если послѣдній, напримѣръ, восьмиполюсный, то окружность коммутатора, какъ показано схематически на фиг. 14, дѣлится на восемь сегментовъ. Эти сегменты не занимаютъ каждый по одной восьмой окружности, такъ какъ между ними оставлены довольно большіе просвѣты. Сегменты 1, 2, 3 и 4 насажены параллельно на колесо  $M$ , закрывленное на оси и соединяющееся съ однимъ изъ проводовъ  $S$ , по которому идетъ переменный токъ. Другой проводъ  $R$  присоединенъ къ колесу  $N$ , насаженному на ту же ось и снабженному сегментами 5, 6, 7 и 8, сидящими въ промежуткахъ между сегментами кольца  $M$ . Щетки  $F$  и  $G$ , нажимающія на два послѣдовательные контакта (напр. 1 и 5) соединены съ проводами  $K$  и  $L$ , ведущими къ цѣни, въ которой желаютъ пользоваться выпрямленными токами.

Изъ описанія видно, что въ каждый данный моментъ четыре сегмента присоединены къ положительному полюсу переменнаго тока, а четыре къ отрицательному, и что эта полярность мѣняется каждую восьмую часть одного оборота. Если въ какой либо моментъ контакты 1, 2, 3 и 4 положительны, то, если двигатель синхрониченъ, по прошествіи одной восьмой цѣлаго оборота положительными будутъ уже контакты 5, 6, 7 и 8; но въ этотъ моментъ, вслѣдствіе передвиженія коммутатора,

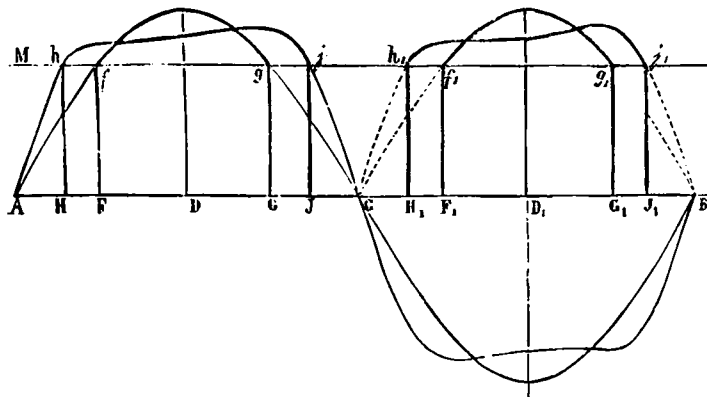


Фиг. 14.

щетка  $G$ , нажимавшая раньше на контактъ 1, коснется теперь контакта 5, и полярность ея такимъ образомъ не измѣнится; то же произойдетъ и со щеткой  $F$ . Такимъ образомъ, щетки  $F$  и  $G$  будутъ собирать токъ, идущій всегда въ одномъ и томъ же направленіи.

Если переменная электровозбудительная сила, вызывающая токъ въ проводахъ  $R$  и  $S$ , имѣетъ синусоидальный характеръ, то электровозбудительная сила тока, идущаго отъ щетокъ по цѣни  $KL$ , будетъ представлять своимъ видомъ рядъ одинаково направленныхъ полусинусоидъ  $AfgC$ ,  $Cf_1g_1B$  и т. д. (фиг. 15). Но когда дѣло идетъ о зарядженіи аккумуляторовъ, то бесполезно и даже невозможно пользоваться кривою электровозбудительной силы на всемъ ея протяженіи, такъ какъ электровозбудительная сила заряжающаго тока  $E$  должна быть всегда выше противозлектровозбудительной силы  $E'$  или по меньшей мѣрѣ равной ей. Если эту послѣднюю представить линіей  $MN$ , идущей параллельной оси абсциссъ, то для зарядженія можно пользоваться лишь частями  $fg$  и  $f_1g_1$ . Итакъ необходимо, чтобы контактъ щетокъ не начинался раньше точекъ  $F$  и  $F_1$  и не продолжался далѣе  $G$  и  $G_1$ . Полезно даже, чтобы замыканіе и размыканіе цѣни проходило какъ разъ въ моменты  $F$  или  $F_1$  и  $G$  или  $G_1$ , такъ какъ въ этихъ точкахъ размыканіе и замыканіе не даетъ искръ въ виду того, что въ эти моменты электровозбудительная сила  $E$  равна электровозбудительной силѣ батареи  $E'$ . Кроме того, если контактъ щетокъ дѣлается меньше, чѣмъ  $FG$  или  $F_1G_1$ , то и количество аккумулярованной энергіи будетъ меньше, чѣмъ площади  $FfgG$  или  $F_1f_1g_1G_1$ , а слѣдовательно и зарядженіе пойдетъ менѣе быстро. Периодъ  $GCF_1$  или  $G_1BF_1$ , во время котораго цѣнь разомкнута, регулируютъ измѣняя разстояніе между щетками и ихъ положеніе. Если мы предположимъ пока для простоты, что щетки состоятъ только изъ одной пластины  $a$  и  $c$  (фиг. 14), то легко сообразить, что, когда они раздвинуты на  $1/8$  оборота,

длина сегментовъ 1 и 5 и дать имъ продолжительность замыканія цѣпи FG, а разбѣръ промежутка между ними дать продолжительность размыканія цѣпи GCF<sub>1</sub>. Это разстояние должно быть взято настолько значительнымъ, чтобы электровозбудительная сила никогда не достигала уровня MN, когда щетки раздвинуты точно на 1/8 оборота. Для того же, чтобы установить продолжительность размыканія въ точности такой, чтобы GCF<sub>1</sub> соответствовало какъ разъ электровозбудительной силѣ батареи MN, можно передвигать одну изъ щетокъ с въ томъ или другомъ направленіи. Изъ фиг. 14 видно, что, когда раздвиженіе щетокъ a и с дѣлается большимъ или меньшимъ 1/8 оборота, въ обоихъ случаяхъ періодъ размыканія GCF<sub>1</sub> дѣлается меньшимъ, чѣмъ разстояние между сегментами 1 и 5, и тѣмъ меньшимъ, чѣмъ больше раздвиженіе щетокъ отличается отъ 1/8 оборота.



Фиг. 15.

Если электровозбудительная сила можетъ быть изображена симметрической кривой, напр., синусоидой, то обѣ части періода, когда цѣпь разомкнута, отвѣчающія двумъ полу-синусоидамъ, т. е. GC и CF<sub>1</sub>, будутъ равными, такъ какъ и разстояние между отдѣльными контактами коммутатора равны. Но часто случается, что кривая электровозбудительной силы не симметрична относительно своей вершины; это замѣтно, напр., на кривой AhjC и Ch<sub>1</sub>j<sub>1</sub>B. Но и въ такомъ случаѣ возможна точная установка съ помощью двухъ пластинокъ, составляющихъ каждую щетку. Дѣйствительно каждая щетка состоитъ изъ двухъ щеткодержателей a, b и c, d, посаженныхъ на одну ось (фиг. 14) и соединенныхъ другъ съ другомъ, но могущихъ раздвигаться. Пластины b и d приводятся въ движеніе однимъ рычагомъ, такъ что раздвиженіе ab всегда равно cd. Если поставить щетки b и d позади a и c, считая „впередъ“ по направленію вращенія якоря, то часть періода замыканія CH<sub>1</sub>, предшествующая замыканію цѣпи, будетъ уменьшена, между тѣмъ какъ, поставивъ эти щетки впереди a и c мы уменьшимъ продолжительность той части періода размыканія GC, которая слѣдуетъ за самымъ моментомъ замыканія.

Все, что мы сказали о сегментахъ 1 и 5, примѣнимо и къ каждой другой парѣ контактовъ коллектора. Поэтому возможно на каждый сегментъ наложить особую щетку для того, чтобы распределить токъ на четыре пары щетокъ, соединенныхъ параллельно; это выгодно, такъ какъ тогда на каждую щетку придется лишь одна четверть всей силы тока.

До сихъ поръ мы все предполагали, что токъ, который мы желаемъ выпрямить, имѣть синусоидальную форму; такой приблизительно токъ мы получимъ отъ всякой машины переменнаго тока или отъ вторичной цѣпи трансформатора, работающаго при средней нагрузкѣ и среднемъ насыщеніи; въ такомъ случаѣ проще всего пользоваться двумя отвѣтвленіями одного и того же тока — однимъ для того, чтобы вращать синхроническій двигатель, другимъ для того, чтобы питать коммутаторъ. Чтобы зарядить батарею съ электровозбудительной силой E', достаточно, въ случаѣ синусоидальнаго тока, взять токъ

съ дѣйствительнымъ напряженіемъ \*) E<sub>e</sub> равнымъ E'. Напримеръ, если мы имѣемъ батарею въ 28 аккумуляторовъ \*\*, электровозбудительная сила которой равна около 70 вольтъ, то достаточно имѣть токъ съ дѣйствительнымъ напряженіемъ E<sub>e</sub> въ 70 вольтъ, такъ какъ оно соответствуетъ наибольшему напряженію

$$E_m = E_e \sqrt{2} = 100 \text{ вольтъ приблизительно.}$$

Этотъ случай и изображенъ на нашемъ чертежѣ фиг. 15; изъ него видно, что FG = GF<sub>1</sub>, т. е. промежутки времени, когда цѣпь замкнута и разомкнута, равны между собой и равны въ отдѣльности четверти всего періода переменнаго тока. Энергія, запасенная въ батареѣ въ течение каждаго полуперіода будетъ изображаться площадью FfgG, составляющей около 3/4 всей площади AfjC, соответствующей всей энергіи, которую можетъ дать переменный токъ.

По отсюда не слѣдуетъ заключить, что отдача коммутатора равна только 75%. Дѣйствительно, энергія, не потребленная коммутаторомъ, т. е. части кривой AfjC и GgC, представляетъ просто не затраченную энергію, но несколько не потерянную энергію, такъ какъ въ частяхъ кривой AfjC и GgC цѣпь была разомкнута, и по этой причинѣ, не смотря на существованіе электровозбудительной силы тока не было. Самая же сила тока представляется прерывающейся кривой, составленной изъ ряда частей подобныхъ fg или f<sub>1</sub>g<sub>1</sub>.

Теоретически въ самомъ коммутаторѣ нѣтъ никакихъ причинъ для потери энергіи, практически же изъ запасенной энергіи нужно вычесть ту, которая пошла на приведеніе въ движеніе синхроническаго двигателя, вращающаго коммутаторъ; это количество энергіи, равное около 100 ваттъ и остающееся приблизительно тѣмъ же самымъ, какое бы не трансформировалось количество энергіи, дастъ при коммутаторѣ въ 8 киловаттъ потерю энергіи около 2%. Итакъ, промышленная отдача коммутатора близка къ единицѣ, и значительно уменьшить ее могли бы лишь какія либо непредвидѣныя причины, въ родѣ напримеръ, сильнаго измѣненія кривой электровозбудительной силы.

Единственный коэффициентъ отдачи, который можно было бы стремиться увеличить—это отношеніе количества запасенной энергіи ко всему количеству энергіи, которымъ можно располагать, или та величина, которую можно было бы назвать „коэффициентомъ запасанія“ прибора, и отъ которой зависитъ продолжительность заряданія аккумуляторовъ. Если бы пользоваться синусоидальнымъ токомъ, то коэффициентъ запасанія можно было бы увеличить, оустивъ уровень MN, т. е., пользуясь электровозбудительной силой, наибольшей величина которой на много бы превосходила электровозбудительную силу батареи. Но при такомъ устройствѣ аккумуляторы подвергались бы весьма быстрымъ и большимъ переизмѣнъ въ силѣ тока, продолжительное дѣйствіе которыхъ могло бы повредить пластинкамъ. Полагая избѣжать этой трудности, замѣнивъ синусоиду AfjC болѣе плоской кривой AhjC, которая получается, если пропускать токъ отъ машины переменнаго тока черезъ трансформаторъ съ желѣзнымъ сердечникомъ, близкимъ къ полному магнитному насыщенію. Какъ извѣстно, въ такомъ приборѣ индуцированная электровозбудительная сила претерпѣваетъ значительную деформацию, придающую ей видъ кривой, похожей на AhjC или Ch<sub>1</sub>j<sub>1</sub>B. Линія MN, изображающая электровозбудительную силу батареи, пересѣкаетъ эту кривую въ точкахъ hjh<sub>1</sub>j<sub>1</sub>, значительно болѣе близкихъ къ точкамъ поворота A, C и B, чѣмъ соответствующія точки fg, f<sub>1</sub>g<sub>1</sub> синусоиды. Отсюда слѣдуетъ, что для этой новой кривой періодъ замкнутой цѣпи будетъ болѣе продолжителенъ, а періодъ разомкнутой болѣе коротокъ, чѣмъ при синусоидѣ.

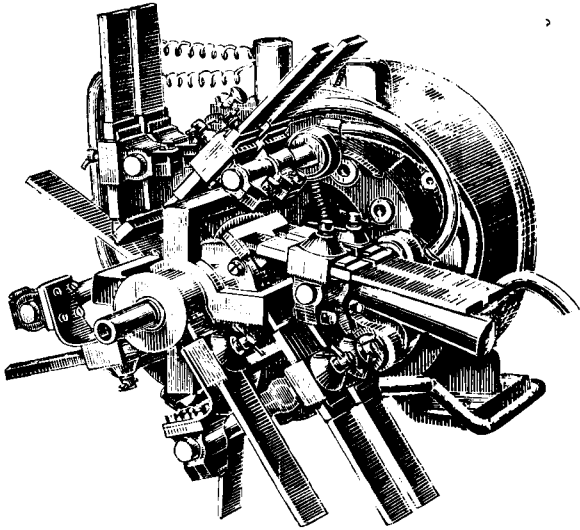
Изъ фиг. 14 видно, что площадь AhjJ, отвѣчающая за

\*) Дѣйствительное напряженіе (force électromotrice efficace E<sub>eff</sub>) переменнаго тока равно наибольшему напряженію его E<sub>m</sub>, дѣленному на  $\sqrt{2}$ .

\*\*\*) Въ текстѣ по ошибкѣ 38.

насаженной энергии, значительно больше первоначальной площади *FfgG*, т. е. в этом случае заряджение пойдет значительно быстрее и в то же время и правильнее. Действительно электровозбудительная сила уже не колеблется, как раньше, между 70 и 100 вольтами, но почти во все время контакта остается приблизительно постоянной и равной 85 вольтам, а это выгодно отзывается на продолжительности службы аккумуляторов.

Послѣ приведенныхъ нами теоретическихъ соображений не трудно будетъ понять все дѣйствіе выпрямителя тока въ Поллака. Весь этотъ приборъ изображенъ на фиг. 16, сдѣланной по фотографіи съ прибора на 8 киловатт. Коммутаторъ, собственно говоря, насаженъ на валъ



Фиг. 16.

небольшого синхронического восьми-полюсного двигателя, работающаго отъ тока, прямо идущаго отъ альтератора. Этотъ двигатель, имѣющій видъ барабана въ 20 см. діаметромъ и 30 см. длиной, снабженъ на продолженіи своей оси двумя вертикальными латунными дисками, состоящими каждый изъ 4 спицъ, оканчивающихся горизонтальными контактами или зубцами, слегка полукруглыми углубленными. Диски изолированы другъ отъ друга, и зубцы ихъ перемежаются въ шахматномъ порядкѣ, такъ что въ совокупности образуютъ кольцо, состоящее изъ 8 заполненныхъ и 8 пустыхъ сегментовъ, расположенныхъ вродѣ коллектора динамомашинъ. Каждый изъ двухъ дисковъ присоединенъ къ силовому кольцу, насаженному на конецъ вала; двѣ щетки, ведущія отъ вторичной обмотки трансформатора, нажимаютъ на кольца и приводятъ токъ, который желаютъ выпрямить къ контактамъ коммутатора.

Щетки, въ числѣ восьми, предназначенныя для приема выпрямленнаго тока, состоятъ каждая изъ двухъ мѣдныхъ пластинокъ, насаженныхъ рядомъ на ось одного и того же щеткодержателя. Всѣ 8 щетокъ, расположенныя ближе къ двигателю (дальше отъ наблюдателя, смотрящаго на фиг. 16) хотя и изолированы другъ отъ друга, но соединены пружинами, ведущими къ одному кольцу, которое посредствомъ ручекъ можетъ повертываться; причѣмъ соединенныя съ нимъ щетки будутъ вращаться вокругъ оси щеткодержателя; такимъ образомъ въсѣмъ 8 парамъ щетокъ можно однимъ движеніемъ дать одинъ и тотъ же поворотъ. Щеткодержатели по четыре вѣсѣтъ соединены параллельно и проводы отъ нихъ ведутъ къ зажимамъ, отъ которыхъ берутъ токъ во внѣшнюю цѣпь.

Четыре щеткодержателя одного ряда щетокъ прямо прикрѣплены къ основу двигателя. Другой рядъ щеткодержателей насаженъ на колесо, которое можетъ поворачиваться при помощи рукоятки. Вращеніемъ этого колеса можно мѣнять разстояніе между четырьмя положительными и четырьмя отрицательными парами щетокъ.

Такъ какъ лишь одна практика можетъ вполне рѣшить вопросъ о пригодности или непригодности подобныхъ приборовъ, то мы считаемъ небезинтереснымъ привести здѣсь результаты опытовъ, произведенныхъ нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ съ выпрямителемъ Поллака, опытовъ, на которыхъ намъ удалось присутствовать.

Установка была изъ самыхъ простыхъ. Машина переменнаго тока, вращавшаяся съ половинной противъ нормальной скорости, давала токъ напряженіемъ въ 60 вольтъ. Этотъ токъ, пройдя черезъ прерыватель, входилъ въ небольшой шестиполюсный синхроническій двигатель Ганца, на валу котораго сидѣлъ коммутаторъ-выпрямитель. Раньше, чѣмъ токъ пуститъ въ двигатель, послѣдній запускали вручную. Когда скорость вращенія дѣлалась равномерной и достигала 300 оборотовъ въ минуту, то замыкали прерыватель и пускали токъ, который долженъ былъ выпрямляться, въ щетки коммутатора. Токъ этотъ проходилъ черезъ вторичную обмотку небольшого кольцевого трансформатора Ганца въ 2 киловатта; первичная обмотка трансформатора питалась отвлѣченіемъ тока машины Сименса. Въ первичную цѣпь трансформатора, коэффициентъ полезнаго дѣйствія котораго былъ близокъ къ единицѣ, включены были вольтметръ и амперметръ. Выходящій изъ коммутатора выпрямленный токъ заряжалъ батарею изъ 24 послѣдовательно соединенныхъ большихъ аккумуляторовъ съ емкостью въ 500 амперъ-часовъ. Въ цѣпь батареи введены были: обратитель полюсовъ, прерыватель, амперметръ и указатель полюсовъ; послѣдній состоялъ изъ двухъ лампъ накаливанія, введенныхъ между обратителемъ и батареею. Если замыканіе обратителя не накаливало лампъ, то это указывало на то, что полюсы тока обратны полюсамъ батареи; тогда обратителемъ мѣняли направленіе тока и, убѣдившись въ правильности по горѣнію лампъ, замыкали уже прерыватель, ведущій токъ къ батарее. Тотчасъ затѣмъ обѣими рукоятками регулировали положеніе щетокъ до достиженія минимума искры.

На опытѣ мы убѣдились въ томъ, что весьма легко было сдѣлать искры на щеткахъ совершенно незаметными, хотя зарядъ и проносился при токъ въ 30 амперъ. Этотъ результатъ ясно указываетъ на то, что выпрямитель Поллака не лабораторный инструментъ, а приборъ, вполне пригодный на практикѣ. Зарядженіе происходило такъ же правильно, какъ будто бы оно производилось постояннымъ токомъ; по мѣрѣ того, какъ батарея заряжалась, искры, незаметно и мало-по-малу появившіяся на коллекторѣ, указывали на то, что противъ электровозбудительная сила батареи возрастала. Достаточно было легкаго передвиженія щетокъ, чтобы снова уничтожить искры. Вольтметръ въ первичной цѣпи трансформатора показывалъ 62 вольта, а амперметръ 50 амперъ. Вольтметръ въ цѣпи батареи давалъ 60 вольтъ, а амперметръ 40 амперъ. Синхроническій двигатель поглощалъ около 100 ватт.

Приведенныя цифры не имѣютъ въ сущности большого значенія, въ виду того, что при подобномъ переменномъ и прерывающемся токъ измѣрительные приборы давали, понятно, не истинныя величины электровозбудительной силы и силы тока. Кроме того, изъ этихъ данныхъ можно было бы только вывести лишь общій коэффициентъ отдачи всей системы, заключающей въ себѣ какъ потери въ трансформаторѣ, такъ и потери въ коллекторѣ. Этотъ общій коэффициентъ отдачи не представлялъ особеннаго интереса, такъ какъ извѣстно было, что трансформаторъ, работавшій при малой нагрузкѣ, имѣлъ небольшое полезное дѣйствіе. Измѣреніе отдачи самого выпрямителя вызвало въ необходимость продолжительныхъ и точныхъ изслѣдованій, которыя, однако, придется вышолнить, чтобы убѣдиться въ практической пригодности этого прибора. Особенно интересно знать, каковымъ окажется приборъ при продолжительномъ и непрерывномъ его ходѣ; во все время, что мы его видѣли въ дѣйствіи, функционированіе его не оставляло желать ничего лучшаго; особенно поражаело полное отсутствіе искры.

Если окажется, что дѣйствіе выпрямителей системы Поллака, построенныхъ въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ типъ въ 10 киловатт, видѣнный нами, будетъ столь же успѣшно, то можно предположить, что выпрямителямъ Поллака предстоитъ значительная будущность въ электро-

технической промышленности. Можно было бы, например, применить для распределения тока в большом городе схемы в родъ нижеприведенной: Расположить вдали от центра города большую станцію, въ которой были бы установлены большія машины переменнаго тока, посылающія токи высокаго напряженія къ одной или двумъ вспомогательнымъ станціямъ, расположеннымъ въ городѣ вблизи центровъ потребления. Переменный токъ высокаго напряженія трансформировался бы на этихъ станціяхъ въ переменный токъ низкаго напряженія, который выпряmlandся бы синхроническимъ коммутаторомъ и служилъ бы для заряданія большихъ аккумуляторныхъ батарей. Окончательное распределеніе энергіи производилось бы исключительно постояннымъ токомъ отъ аккумуляторовъ.

### Сравнительная полезность электрическаго и газоваго освѣщенія.

Послѣднія усовершенствованія въ газовомъ освѣщеніи (горѣлка Ауэра) заставили нѣкоторые электротехническія фирмы обратить особое вниманіе на экономическую сторону освѣщенія электричествомъ, причѣмъ эти фирмы занялись главнымъ образомъ лампами съ вольтовой дугой, могущими, по своему высокому коэффициенту полезнаго дѣйствія, выдержать конкуренцію съ газовыми рожками системы Ауэра. Онѣ начали уменьшать размѣры лампъ съ вольтовой дугой и выстроили нѣсколько образцовъ на 4, 3, 2 и даже 1,5 ампера. Чтобы сравнить подобныя лампы съ газовыми рожками послѣдняго образца, г. Геймъ (Heim) произвелъ цѣлый рядъ фотометрическихъ измѣреній, результаты которыхъ даютъ полную относительную оцѣнку обоимъ родамъ освѣщенія.

Фотометрія дуговыхъ лампъ.—Измѣренія были произведены надъ двумя лампами системы Koerting и Matthiesen въ 1,5 и 2 амп. и 33—34 вольтъ. Четыре серіи наблюденій для разнаго рода углей дали слѣдующія среднія цифры.

Таблица I.

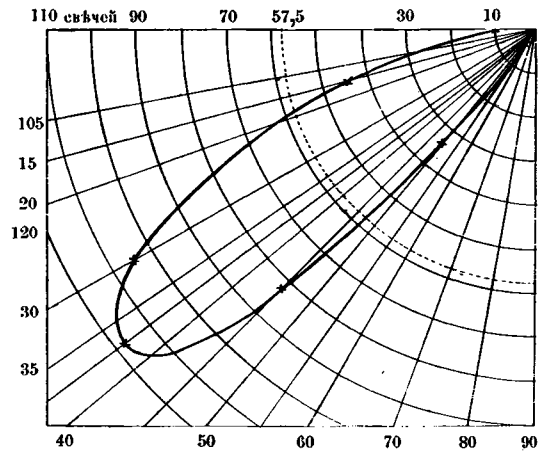
|   | I       | II      | III     | IV      |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Число вольтъ . . .  | 33      | 37      | 37      | 34      |
| „ амперъ . . .  | 1,5     | 1,5     | 1,5     | 2       |
| Длина дуги . . .  | 0,5 мм. | 0,7 мм. | 0,7 мм. | 0,7 мм. |
| Диаметръ углей:   |         |         |         |         |
| верхній . . .   | 8 мм.   | 8 мм.   | 5,5 мм. | 8 мм.   |
| нижній . . .  | 5 мм.   | 5 мм.   | 3 мм.   | 5 мм.   |
| Средняя сила свѣта  | 57,5    | 61,3    | 47,5    | —       |
| Энергія, потребляемая на одну свѣчу, въ ваттахъ . . . . . | 0,86    | 0,905   | 1,04    | 0,87    |

Сила свѣта здѣсь выражена въ англійскихъ нормальныхъ свѣчкахъ.

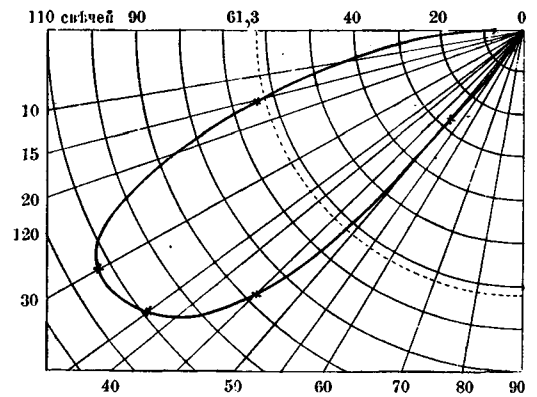
Фигуры 17—20 представляютъ кривыя распределенія свѣта по разнымъ направленіямъ ниже горизонта при вышеозначенныхъ четырехъ серіяхъ опытовъ. Изъ этихъ четырехъ кривыхъ 18 и 19 указываютъ на удовлетворительное распределеніе свѣта, за то при нихъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія оказался меньше.

Такъ какъ, для лучшаго дѣйствія регуляторовъ, приходится включать въ цѣпь значительное сопротивленіе, на что тратится излишняя энергія, то эту потерю энергіи слѣдуетъ принимать во вниманіе. Такъ, въ цѣпь на 106 вольтъ придется включить только двѣ лампы вышеозначеннаго размѣра и на каждую лампу уже нужно считать расходъ въ 53 вольта. Расходъ энергіи для лампъ

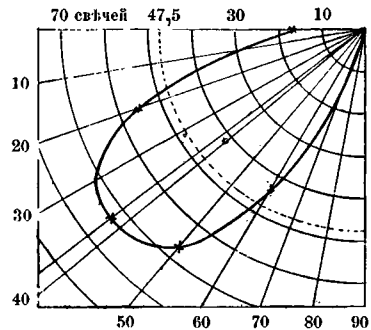
въ 1,5 и 2 ампера будетъ уже соответственно 79,5 и 106 ваттъ, а на одну свѣчу потребуется до 1,36—1,33 ватта. Эти цифры и придется взять для сравненія, какъ болѣе подходящія къ случаю, встрѣчающемуся въ практикѣ. Во время опытовъ надъ двумя лампами съ вольтовой дугой, соединенными послѣдовательно, токъ былъ довольно постояннымъ, регуляторъ работалъ достаточно правильно, 15 разъ въ минуту, и лампы зажигались въ 5 сек.



Фиг. 17\*).



Фиг. 18.



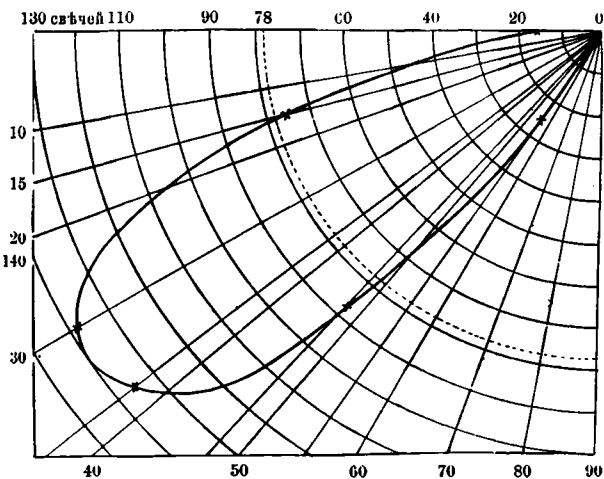
Фиг. 19.

Фотометрія газоваго рожка системы Ауэра.—Измѣренія были произведены на газовомъ заводѣ въ Ганноверѣ днемъ, чтобы имѣть газъ подъ постояннымъ давленіемъ, которое было отъ 31 до 33 мм. воды. Расходъ газа измѣрялся чрезъ каждыя 10 минутъ. Свѣтовая сила газоваго рожка измѣрялась совершенно такъ же, какъ и сила свѣта воль-

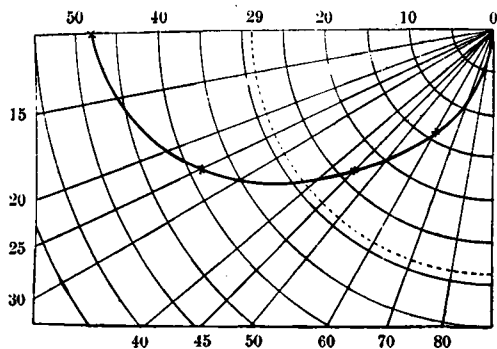
\*) На фиг. 17—21 пунктирными линіями показаны среднія силы свѣта подъ горизонт. плоск.

товой дуги. Наблюдения надъ двумя рожками Ауэра дали слѣдующіе результаты.

правленію изъ таблицы II, что будетъ 4,6 метровъ на свѣчу въ часъ.



Фиг. 20.



Фиг. 21.

Таблица II.

|  | I рожокъ. | II рожокъ. |
|--|-----------|------------|
| Полный расходъ газа въ часъ въ литрахъ . . . . .                             | 82,7      | 79         |
| Часовой расходъ на одну свѣчу по горизонтальному направленію . . . . .       | 1,695     | 2,725      |
| Сила свѣта по горизонтальному направленію въ англійскихъ единицахъ . . . . . | 48,8      | 29,0       |
| Средній расходъ газа въ литрахъ на одну англійскую свѣчу . . . . .           | 2,21      |            |

Что касается распредѣленія свѣта по разнымъ направленіямъ, то оно было одинаково для обоихъ рожковъ, (показано на фиг. 21), такъ какъ они имѣли совершенно одинаковую форму. Средняя сила свѣта 83 метровъ газа равнялась 29 свѣчамъ, а расходъ газа на одну свѣчу въ часъ для перваго рожка былъ 2,86 метра. Отношеніе этого расхода къ расходу по горизонтальному направленію, такимъ образомъ, будетъ 1,69. Чтобы получить теперь средній расходъ для втораго рожка, стонтъ только 1,69 умножить на часовой расходъ по горизонтальному на-

Таблица III.

|  | Вольтова дуга. |        | Газовый рожокъ системы Ауэра. |
|--|----------------|--------|-------------------------------|
|  | 1,5 амп.       | 2 амп. |                               |
| Стоимость ста ваттъ-часовъ въ сентамахъ.                                   | 9,5            | 9,5    | —                             |
| Стоимость куб. литра газа . . . . .  | —              | —      | 20                            |
| Стоимость переменнаго матеріала при долговѣчности угля въ 5 час. . . . .   | 2              | 2,5    | —                             |
| Стоимость рожка Ауэра въ 21,7 свѣчей при долговѣчности въ 400 час. . . . . | —              | —      | 300                           |
| Цѣна лампы и рожка Ауэра . . . . .   | 8.000          | 8.000  | 1.900                         |

Если теперь считать на установку 12% со стоимости лампъ и газоваго рожка при 800 часовъ работы въ годъ, то легко сдѣлать расчетъ стоимости ста свѣчей, какъ это видно изъ таблицы IV.

Таблица IV.

|  | Вольтова дуга.  |   | Рожокъ Ауэра.   |
|--|---|---|---|
|  | 1,5 ампера.   | 2 ампера.   |   |
| Стоимость электрической энергіи и газа на 100 свѣчей-часовъ (сентамы) . . . . .            | $1,38 \times 9,5 = 13,10$                                     | $1,36 \times 9,5 = 12,9$                                    | $3,73 \times 2 = 7,46$  |
| Стоимость углей и переменнаго матеріала на 100 свѣчей-часовъ (сентамы) . . . . .           | $\frac{2}{57,5} \times 100 = 3,48$                            | $\frac{2,5}{78} \times 100 = 3,2$                           | $\frac{300}{400} \times \frac{100}{21,7} = 3,46$              |
| Стоимость установки 100 свѣчей-часовъ при 800 часовъ освѣщенія въ годъ (сентамы) . . . . . | $\frac{8.000 \times 0,12 \times 100}{57,5 \times 800} = 2,08$ | $\frac{8.000 \times 0,12 \times 100}{78 \times 800} = 1,54$ | $\frac{1.900 \times 0,12 \times 100}{21,7 \times 800} = 1,31$ |
| Итого . . . . .  | 18,66 сент.   | 17,64 сент.   | 12,23 сент.   |

Такимъ образомъ оказывается, что газовое освѣщеніе на  $\frac{1}{3}$  дешевле освѣщенія электричествомъ.

Однако, не слѣдуетъ забывать, что сила свѣта газа не постоянна, она со временемъ уменьшается; по истеченію 400 часовъ горѣнія, сила эта уменьшается почти на  $\frac{1}{3}$  сравнительно съ первоначальнымъ своимъ напряженіемъ. Поэтому мы въ правѣ уменьшить на  $\frac{1}{3}$  цифры, полученныя нами для газа, и тогда электрическое освѣщеніе вольтовой дугой малаго размѣра и газовые рожки системы Ауэра окажутся равнозначущи и въ экономическомъ отношеніи.

Кромѣ того, для вольтовыхъ дугъ приведено здѣсь самое невыгодное положеніе.

## ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

**Приспособленія для непрерывнаго контроля надъ состояніемъ изоляціи сѣти электрическихъ проводовъ и для автоматическаго указанія неисправностей.**—(Сообщеніе д-ра Кальмана въ французскомъ Физическомъ Обществѣ).— Въ виду непрерывно возрастающаго развитія сѣти кабелей электрическаго освѣщенія, наблюденіе надъ ними и ихъ содержаніе въ исправности требуютъ крайне серьезнаго вниманія. Обнаруженіе неисправности во время дѣйствія представляетъ важный вопросъ, а средства для контролiranja посредствомъ предохранительныхъ приспособленій являются настоятельной необходимостью.

Извѣстные до сихъ поръ способы измѣреній оказываются совсѣмъ неудовлетворительными не только влѣдствіе того, что они требуютъ много времени и сложныхъ пріемовъ, но еще и въ виду того, что величина полного сопротивленія изоляціи широко раскинутой сѣти должна быть незначительной.

Д-ръ Фрѣлихъ выработалъ цѣлый рядъ способовъ измѣреній (см. *Эл.* 1893, №№ 6, 8, 9, 10), основанныхъ на примѣненіи обобщенной комбинаціи мостика Витстона, но эти способы зависятъ отъ рѣдко выполнимыхъ условій. Ихъ можно примѣнять съ большимъ удобствомъ къ уличной сѣти, гдѣ сопротивление изоляціи составляетъ нѣсколько миллионъ омовъ на километръ, но они дѣлаются почти невозможными, если пожелають принять въ расчетъ все соединяющіеся съ сѣтью частицы установокъ. Такимъ образомъ, напримѣръ, въ Берлинѣ, если допустить даже, что изоляціи сѣти общества *Elektricitäts-Werke* не падаютъ ниже предписаннаго предѣла, получать для расхода 80.000 амперовъ при напряженіи въ 110 вольтовъ, что полное сопротивленіе изоляціи =  $\frac{10.000 - 110}{80.000} = 14$  омовъ, т. е. что при этомъ напря-

женіи въ 110 вольтовъ и при самыхъ благоприятныхъ условіяхъ чрезъ изолирующую оболочку всѣхъ проводовъ будетъ проходить въ землю токъ въ 8 амперовъ.

Всего благоприятнѣе условія будутъ безъ сомнѣнія для центральныхъ станцій, доставляющихъ токъ въ дома, или для небольшихъ установокъ; здѣсь для указанія состоянія изоляціи кабеля ограничиваются почти всегда примѣненіемъ самыхъ простыхъ приборовъ. Когда дѣло идетъ объ установкахъ, захватывающихъ большую поверхность и заключающихъ въ себѣ сѣть подземныхъ кабелей, достигающихъ длины нѣсколькихъ сотенъ километровъ, затрудненія относительно контроля за изоляцией увеличиваются. Частью исправленія мостовой, работы по водопроводамъ и газопроводамъ, ведутъ за собой поврежденія кабелей, что вызываетъ необходимость устройства хорошо дѣйствующей системы автоматическаго указанія всякихъ поврежденій. *Allgemeine Electricitätsgesellschaft* ввело съ начала 1892 г. на центральныхъ берлинскихъ станціяхъ нѣсколько системъ. Онѣ имѣютъ цѣлью давать знать сразу, при помощи предупредительнаго сигнала, о всякомъ поврежденіи, случающемся въ кабелѣ, и указывать кварталъ, въ какомъ произошло этотъ случай. Съ этой цѣлью пользуются пробными проволоками, которые помѣщаются во всѣхъ улич-

ныхъ кабеляхъ и въ отвлѣченіяхъ въ дома и даютъ возможность измѣрять напряженіе въ различныхъ точкахъ сѣти, а особенно на концахъ фидеровъ. Эти проволоки вводятся въ цѣпь такимъ образомъ, что между мѣднымъ сердечникомъ кабеля и находящейся съ боку пробной проволокой бываетъ опредѣленная разность напряженія. При какомъ-либо поврежденіи кабеля эта разность, влѣдствіе появленія побочнаго короткаго сообщенія между пробной проволокой и сердечникомъ кабеля, подвергается измѣненію, что ведетъ за собой намагничиваніе релѣ, введеннаго въ цѣпь каждой пробной проволоки на центральной станціи, и при этомъ начинаетъ дѣйствовать сигнальный приборъ.

Такимъ образомъ, появленіе неисправности изоляціи въ сѣти тотчасъ же обнаруживается автоматически на центральной станціи безъ нарушенія измѣреній напряженія, производимыхъ посредствомъ той же самой пробной проволоки; упавшій номеръ сигнальнаго прибора указываетъ соотвѣтствующій приблизительно по величинѣ, кварталу, участку сѣти, гдѣ находится неисправность, и гдѣ ее можно легко локализовать.

Такими приборами снабжены все станціи берлинскаго общества *Elektricitäts-Werke*; кромѣ того, тамъ имѣются автоматическіе указатели сообщенія съ землей, примѣнимые ко всѣмъ условіямъ эксплуатаціи.

Практика показала, что при образованіи сообщенія съ землей наибольшая часть электрической энергіи преобразовывается въ тепловыя дѣйствія въ томъ же самомъ мѣстѣ или вблизи послѣдняго, и что на переходѣ отъ земнаго сообщенія, образовавшагося на одномъ полюсѣ, къ земному сообщенію другого полюса поглощается небольшой избытокъ напряженія. Изобрѣтеніе состоитъ въ томъ, что опредѣляется величина потенціала у сообщеній съ землей въ различныхъ мѣстахъ почвы. Тогда мѣсто неисправности изоляціи обнаруживается на центральной станціи сразу и автоматически при помощи сигнальнаго релѣ, а также и простыми показаніями вольтметра.

Имѣется возможность регулировать по желанію чувствительность контрольнаго приспособленія, т. е. можно примѣнять релѣ такой чувствительности, чтобы оно намагничивалось, напримѣръ, напряженіемъ въ четверть вольтъ, полъ-вольтъ, одинъ вольтъ или даже больше, смотря по тому, о какой величинѣ потери въ землю желаютъ получать сигналы.

Когда опредѣлено мѣсто неисправности, остается только отдѣлѣть въ соотвѣтствующей коробкѣ отвлѣченія контрольныхъ проволокъ, расходящихся оттуда, а затѣмъ измѣреніями различныхъ потенціаловъ почвы участка находить поясъ, напримѣръ, направленіе группы домовъ, гдѣ обнаруживается сообщеніе съ землей.

Теорія этой системы основывается на законахъ распределенія тока въ почвѣ; изъ этихъ законовъ вытекаютъ принципы вліянія, какому подвергаются телефонныя сѣти влѣдствіе ихъ близости къ канализаціямъ для сильныхъ токовъ. Изъ той же теоріи можно вывести, какія надо принимать предосторожности, чтобы ослабить насколько возможно эти дѣйствія, какъ напримѣръ, примѣненіе голой проволоки въ качествѣ нейтральнаго провода въ системѣ изъ нѣсколькихъ проводовъ.

(L'Electricien.)

**Газовые рожки накаливанія (Ауэра).**— Эти рожки, явившіеся первоначально такимъ серьезнымъ конкурентами электрическихъ лампочекъ\*), обнаружили на практикѣ весьма важныя недостатки. Какъ известно, колпачки этихъ рожковъ представляютъ бумажную ткань, покрытую окисями металловъ группы церія и шпронія. Ткань эта предварительно пропитывается растворомъ азотно-кислыхъ соединений и ихъ производныхъ, потомъ высушивается и обжигается, послѣ чего остается рожокъ произвольной формы, которая и покрывается окисями металловъ. Оказывается, что лишь только эта сѣтка, образующая колпачекъ рожка, охлаждается, она легко воспринимаетъ сырьестъ, деформируется и теряетъ свою первоначальную свѣтовую силу; то же самое бываетъ, когда попадаетъ на колпачекъ пылъ. Свѣтъ при этомъ

\*) См. „Электричество“ 1893, стр. 70.

становится тусклым, придает людям блѣдный цвѣтъ и обезличивает предметы.

Замѣчено было, что рожки, сдѣланные изъ смѣси окисей обихъ грумпъ, даютъ лучшие результаты и горятъ дольше, что повело къ ряду опытовъ и наблюденій для опредѣленія свѣтовой силы и цвѣта пламени различными окисей. Оказалось, что наибольшую свѣтовую силу даетъ окись торія, потомъ окись лантана, окись итрія, окись цирконія и, наконецъ, окись церія. При этомъ смѣсь двухъ частей окиси торія и одной части окиси итрія даетъ весьма сильный свѣтъ.

Цвѣтъ пламени зависить отъ состава сѣтки колпачка. Въ настоящее время пытаются или совершенно очистить сѣтку отъ окисей, производящихъ тусклость свѣта, или же прибавить къ нимъ другія, нейтрализующія ихъ дѣйствіе на цвѣтъ пламени. Опыты и наблюденія въ этомъ направленіи показали, что окиси лантана, торія и цирконія даютъ пламя бѣлаго цвѣта, окись церія, диція и повія въ незначительной степени желтое пламя, окись церія, кромѣ того, окрашиваетъ пламя въ сильной степени въ красный цвѣтъ и, наконецъ, окись эрбія придаетъ пламени зеленоватый оттѣнокъ.

(Journal des Applic. élect. et électrochim.)

**Динамическія явленія, обусловливаемые остаточнымъ электризованіемъ діэлектриковъ.** — Во французской Академіи Наукъ Ш. Борель сдѣлалъ докладъ о слѣдующихъ своихъ опытахъ: Дискъ изъ парафинированной бумаги, подвѣшенный за свой центръ на шелковой некрученой нити, начиналъ вращаться въ перемѣнномъ электрическомъ полѣ, когда съ одной его стороны помѣщали стеклянную палочку такъ, чтобы она (какъ и плоскость диска) была приблизительно параллельна линіямъ силы поля, а конецъ ея былъ бы слегка наклоненъ къ диску со стороны кондуктора, доставляющаго перемѣнное электрическое поле отъ электростатической машины Тейлера. Машина эта сообщала кондуктору перемѣнные заряды при посредствѣ быстрого коммутатора, причемъ продолжительность заряженій составляла 0,006 секунды и между каждымъ двумя заряженіями обратныхъ знаковъ кондукторъ сообщался съ землей въ теченіе также 0,006 секунды. Происходящее при этихъ условіяхъ вращеніе діэлектрическаго диска Борель объясняетъ взаимодѣйствіемъ между остаточными электрическими зарядами стеклянной палочки и диска въ то время, какъ кондукторъ приводится въ сообщеніе съ землей, причемъ направленіе вращенія указываетъ на отталкиваніе.

Вращеніе останавливается, когда закручиваніе подвѣшенной нити уравновѣшиваетъ силу, производящую вращеніе, и это дало средство Борелю сдѣлать сравнительныя опредѣленія остаточныхъ электризованій различныхъ діэлектриковъ. Онъ намелъ такимъ образомъ, что проводники и лучшіе изоляторы (эбонитъ, воскъ и пр.) производятъ незначительное вращеніе диска въ противоположную сторону сравнительно съ большинствомъ діэлектриковъ, т. е. между ними и дискомъ проявляется, повидимому, притяженіе, доказывающее отсутствіе остаточнаго электризованія, какъ и должно быть въ случаѣ проводниковъ. Настѣдовагель замѣтить еще, что въ этихъ явленіяхъ важную роль играетъ неоднородность діэлектрика, такъ какъ сильнѣе всего дѣйствовали на дискъ именно неоднородные діэлектрики. (Comptes Rendus.)

**Вильямъ Томсонъ о происхожденіи земныхъ магнитныхъ бурь.** — Въ послѣднее время Вильямъ Томсонъ сталъ высказывать сомнѣніе въ общепринятой гипотезѣ, по которой земная магнитная буря приписывалась исходящимъ изъ солнца электромагнитнымъ волнамъ. Для доказательства неосновательности этой гипотезы знаменитый англійскій ученый приводитъ слѣдующее: трудно себѣ представить, чтобы солнце могло быть постояннымъ магнитомъ или электромагнитомъ, достаточно сильнымъ для произведенія на землѣ измѣненій магнитной силы, достигающихъ въ предѣльныхъ случаяхъ  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{4}$  земной магнитной силы, а обыкновенно  $\frac{1}{400}$  ея. Солнце должно бы быть магнитомъ съ напряженіемъ по крайней мѣрѣ въ 12,000 разъ сильнѣе средняго напря-

женія земнаго магнитизма, чтобы оно могло производить непосредственно пертурбаціи, обнаруживаемыя магнитными приборами нашихъ обсерваторій.

Для произведенія, напримѣръ, магнитной бури 13 іюня 1885 г. солнце должно было бы развивать приблизительно  $12 \times 10^{35}$  эрговъ въ секунду, что будетъ около 364 разъ сильнѣе полной мощности солнечнаго лученія (скажемъ  $3,3 \times 10^{33}$  эрговъ въ секунду). Такимъ образомъ въ продолженіе восьми часовъ этой не очень сильной бури солнце, испуская въ пространство магнитныя волны, произвело бы столь значительную работу, какую при нормальномъ испусканіи теплоты и свѣта оно развиваетъ только въ періодъ четырехъ мѣсяцевъ.

По мнѣнію Вильяма Томсона этого результата достаточно для опроверженія гипотезы о непосредственномъ магнитномъ дѣйствіи солнца на землю. Приходится заключить, что предполагаемая связь между магнитными бурями и солнечными пятнами не существуетъ, и что кажущееся согласіе между періодами этихъ двухъ явленій слѣдуетъ приписать простому совпаденію. (Lush. El.)

## БИБЛИОГРАФІЯ.

**Электричество.** Курсъ миноваго офицерскаго класса. Составилъ **А. Степановъ.** Выпускъ II. С.-Петербургъ. 1893. (501 стр. текста и 37 таблицъ съ 277 чертежами).

Этотъ второй выпускъ курса г. Степанова содержитъ въ себѣ описаніе электродинамическихъ явленій, начиная съ явленія Эрстеда (двѣ первыя главы электрокинетикн вошли въ I выпускъ), затѣмъ изложены законы электрическаго тока, электрическія измѣренія, тепловое, химическое, фізіологическое и магнитное дѣйствія тока; явленія индукціи и электрическія явленія на поверхности земнаго шара. Изъ этого перечня видно, насколько полна общая программа автора; отдѣльные вопросы разработаны тоже весьма подробно. Въ описаніи электрическихъ измѣреній можно найти и приборы сравнительно новой конструкціи, и приборы весьма стараго типа; то же должно сказать и о методахъ измѣреній. Относительно методовъ, авторъ не останавливается на математическихъ выраженіяхъ предѣловъ точности, но дѣлаетъ это относительно приборовъ, не мало выясняя по вопросу о сравнительномъ ихъ достоинствѣ.

При изложеніи электромагнетизма, г. Степановъ даетъ понятіе о многихъ динамомашинахъ, описываетъ телефонъ и даже нѣкоторые второстепенные аппараты телефонной станціи. Заходя такимъ образомъ въ область практики, авторъ, конечно, лишь увеличиваетъ интересъ содержанія своего курса, весьма незначительно увеличивая его объемъ. Г. Степановъ вкратцѣ касается различія многихъ типовъ динамомашиинъ, но и интересный и поучительный расчетъ ихъ не остается совершенно неизвѣстнымъ читателю курса, такъ какъ авторъ весьма подробно развиваетъ его на одномъ примѣрѣ, именно, на колѣцѣ Грамма.

Въ курсѣ имѣются практическія данныя по гальванопластицѣ, освѣщенію лампами каленія, громоотводамъ и т. п.; данныя, конечно, весьма краткія—не таблицы для практики, но цифры, необходимыя для правильного и разумнаго отношенія къ дѣйствительности; чѣмъ меньше этихъ данныхъ, тѣмъ вѣрнѣе достигаютъ они своей цѣли, если выборъ ихъ произведенъ удачно.

Но въ томъ же курсѣ изложены и чисто теоретическія соображенія и лекціонные опыты; описаны и работы Герца и его продолжателей, причемъ, какъ и во всемъ курсѣ, авторъ пользуется исключительно элементарной математикой, и можно наблюдать въ его книгѣ, какъ часто простыми соображеніями читатель приводится къ тѣмъ же выводамъ, что и преобразованиемъ символовъ высшаго анализа. При описаніи опытовъ Герца, въ примѣчаніи авторъ сообщаетъ объ электростатической силѣ, дѣйствующей обратно пропорціонально кубу разстоянія, и отдѣляетъ ее отъ электрической силы, о которой и ведетъ свой разсказъ; намъ кажется, что дѣло касается

настолько важнаго и интереснаго вопроса, что читатель въ правѣ ждать подробнаго выясненія, чего не можетъ дать предложеніе: „во всякомъ проводникѣ, помѣщенномъ въ этомъ полѣ, получаются электрическія колебанія, то-есть періодическіе (альтернативные) токи, электродвижущая сила которыхъ...“ и т. д. Вообще слѣдуетъ сказать, что описаніе опытовъ Герца является не совсемъ связаннымъ съ предыдущимъ изложеніемъ. То же можно сказать про статью о динамомашинахъ относительно ея номенклатуры. Раньше авторъ пользуется словомъ: обмотка, послѣдовательное соединеніе и даже отвѣтвленіе, но въ указанной статьѣ рѣшительное предпочтеніе отдается словамъ: серіесъ, шентъ и даже шлагъ.

Итакъ, можно смѣло рекомендовать обширный, интересный и поучительный курсъ г. Стананова; если есть въ немъ существенный недостатокъ, то это слишкомъ медленное его изданіе со всѣми неудобствами въ изложеніи, связанными съ такою медлительностью.

В. Л.

## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

**Проектъ электрической желѣзной дороги въ Брюссель.**—Г. Мюлендеръ, вице-консулъ Соединенныхъ Штатовъ въ Лютихъ, выработалъ детально обдуманный и обоснованный проектъ соединенія подземной электрической желѣзной дорогой возвышенныхъ частей столицы Бельгій съ низменными. Путь будетъ двойной, продолженный въ двухъ трубовидныхъ тоннеляхъ, облицованныхъ желѣзомъ, и будетъ имѣть видъ замкнутой кривой, огибающей населеннѣйшую часть города; длина его предполагается 6140 метр. Тоннели будутъ прорыты глубоко подъ землю (на глубинѣ до 51 метра) и въ 11 мѣстахъ (станціяхъ) будутъ соединены съ поверхностью земли вертикальными шахтами съ двойными элеваторами (на 40 человекъ) системы Отиса, при которой разрывъ кабеля производитъ лишь остановку элеватора. Элеваторы поднимаютъ до залы для ожиданія, откуда уже по широкой лѣстницѣ публика поднимается въ кіоскъ, находящійся на поверхности земли.

Оба тоннеля идутъ то на одномъ уровнѣ, то одинъ подъ другимъ; поѣзда будутъ двигаться въ каждомъ тоннелѣ всегда по одному направленію, чѣмъ, во-первыхъ, устраняется опасность столкновенія, и, во-вторыхъ, производится свободная перемѣна воздуха, который постоянно выталкивается вагонами къ станціямъ. Въ каждомъ тоннелѣ предполагается пускать 6 поѣздовъ (локомотивъ и 2 вагона) на 60 человекъ, отходящихъ черезъ каждые  $\frac{1}{4}$  часа. Скорость опредѣляется по одному плану въ 26 км., по другому въ 46 км. въ часъ.

Центральная станція разсчитывается на 2.400 л. с., изъ которыхъ 2.000 на тягу локомотивовъ, 300 на работу элеваторовъ и 100—на освѣщеніе поѣздовъ лампами каленія и залы—дуговыми лампами. Все сооруженіе оцѣнивается въ 17½ милл. франковъ, изъ которыхъ 9½ должно пойти на прорытіе тоннелей въ 12.280 метровъ общей длины. Прорытіе предполагается выгоднымъ начать съ 11-ти мѣстъ (станцій), и плину, которая главнымъ образомъ встрѣтится въ почвѣ Брюсселя, предполагается сбывать на глиняные заводы.

Инициатору дѣла въ составленіи плана помогали Грейгидъ, инженеръ Лондонской City and South Railway (см. Ж. 1893, стр. 106, 195), а также спрашивалось мнѣніе извѣстнаго авторитета по электрическимъ желѣзнымъ дорогамъ д-ра Гопкинсона Г. Мюлендеръ проектируетъ безымянныя книжки съ отрывными листочками вмѣсто билетовъ для пассажировъ, въ видахъ устраненія всякаго замедленія; такими книжками могутъ запасаться учрежденія, семьи и т. п. За проѣздъ по всей линіи предполагается взымать 3 коп. съ пассажира II кл. и 12—I кл. Доходность линіи будетъ уже выше удовлетворительной, если каждая станція будетъ давать на каждый поѣздъ даже лишь 1 пассаж. I кл. и 2-хъ II-го.

**Дѣйствіе электричества на микробы.** Мы уже имѣли случай коснуться новаго метода д'Арсонваль для опредѣленія дѣйствія электрическаго тока на живыя существа; методъ этотъ состоитъ въ пропусканіи тока черезъ соленодъ, внутри котораго помѣщается животное, подвергаемое опыту. *Lancet* сообщаетъ, что недавно д'Арсонваль и Шаррэнъ изслѣдовали такимъ образомъ дѣйствіе тока на микробы (*Bacillus ruosyancus*). Оказалось, что дѣйствіе тока вродоженіе 10, 20 и 60 минутъ не имѣло вліянія на жизнеспособность и патологическую характеристичну микробъ; потерялъ измѣненіе лишь цвѣтъ этихъ микроорганизмовъ, изъ ярко-зеленаго обратившись въ слабо-зеленый.

**Средство едѣлать видимыми линіи силъ электростатическаго поля.**—Недавно Б. Ю. Кольбе предложилъ для этой цѣли въ цилиндрической посудѣ, наполненной до высоты 2 см. очищеннымъ безводнымъ скинндаромъ, насыпать немного сѣрнистаго хинина и взболтать стеклянною палочкою, чтобы порошокъ этотъ распредѣлился возможно равномерно по всему сосуду. Затѣмъ въ сосудѣ опускаются проволоки, обанчивающіяся очень небольшими шариками, и соединенныя съ электродами электрофорной машинки. Если дискъ этой послѣдней привести въ весьма медленное вращеніе, то кристаллы сѣрнистаго хинина точно такъ группируются въ красивыя фигуры похожія на фигуры конвекціоннаго разряда.

Проф. Вейлеръ предлагалъ для той же цѣли употребить молочнообразную смѣсь сѣрнистаго хинина со скинндаромъ. Оба опыта одинаково просты и интересны.

**Стоимость электрическаго передвиженія.**—Энштейнъ, сообщая о бирмингамской омнибусной линіи, гдѣ въ вагонахъ примѣняются его аккумуляторы, приводитъ слѣдующую сравнительную стоимость трехъ родовъ электрическаго передвиженія: съ аккумуляторами, съ воздушной проводкой и съ подземной проводкой. Если взять стоимость аккумуляторовъ для первой системы и стоимости проводокъ для двухъ другихъ, то линія въ 6 миль съ 24 вагонами обойдется 12.000 фун. стерл. при аккумуляторахъ, 24.000 при воздушной проводкѣ и 36.000 при подземной проводкѣ. (L'Electricien.)

**Новый изолирующій матеріалъ.**—Въ послѣднее время вошелъ въ употребленіе новый изолирующій матеріалъ—*сталабитъ*, который данъ на практикѣ удовлетворительные результаты. Этотъ матеріалъ применяется для изолированія якорей динамомашинокъ, обмотокъ электромагнитовъ и трансформаторовъ; онъ выдѣляется въ видѣ пластинъ, полосъ, трубокъ или какой угодно другой формы, краснаго или темно-сѣраго цвѣта. Онъ обтачивается, сверлится и полируется легче резины и вулканизированной фибры, не содержитъ въ себѣ кислотныхъ или разъѣдающихъ веществъ, а потому не портитъ металловъ. Пробывъ на испытаніи четыре недѣли въ сыромъ воздухѣ, сталабитъ не обнаружилъ никакой перемѣны въ вѣсѣ или своей изолирующей способности: не замѣтили также увеличенія въ вѣсѣ послѣ 12 часовъ кипяченія (его удѣльный вѣсъ—1,6). На сталабитъ не дѣйствуетъ соляная и разведенная сѣрная кислота, а потому онъ пригоденъ для выдѣлки банокъ аккумуляторовъ и первичныхъ элементовъ. На испытаніяхъ для опредѣленія пригодности сталабита для изолированія при высокихъ напряженіяхъ оказалось, что пластинки въ 0,7 мм. толщины не пробиваются при 5.000 вольтгахъ. (The Electr. Review, Lond.)

**Устраненіе порчи водо- и газопроводовъ подземными электрическими кабелями.**—Для этого *Electrical Engineer* предлагаетъ очень простое средство, заключающееся въ томъ, что водо- и газопроводы соединяются прямо съ электрическими проводами въ возможно большемъ числѣ точекъ, чтобы земля совсемъ не была промежуточнымъ проводникомъ.