

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Екатеринославскій городской электрической трамвай.

Въ виду весьма еще небольшого числа электрическихъ желѣзныхъ дорогъ у насъ въ Россіи пишущій эти строки считаетъ нелишнимъ подѣлиться съ читателями журнала своими впечатлѣніями, вынесенными имъ изъ своей поѣздки лѣтомъ прошлаго года по Югу Россіи.

Электрической трамвай въ Екатеринославѣ былъ открытъ, согласно съ требованіемъ выданной на его устройство концессіи, къ июню мѣсяцу 1897 года.

Движеніе было открыто собственно 14 іюня 1897 года. Постройка дороги велась подъ руководствомъ опытнаго инженера А. Г. Коганъ.

По собственному выраженію строителя дороги*), срокъ, указанный концессіей, висѣлъ дамокловымъ мечемъ надъ строителями дороги. Если бы работы не были окончены къ сроку, то общество дороги подверглось бы лишенію концессіи и потерѣ всѣхъ уже возведенныхъ сооружений.

Вслѣдствіе такой принудительной поспѣшности въ постройкѣ дороги первоначально рельсы пути были положены безъ наклона внутрь пути, на кривыхъ закругленій путь былъ уложенъ безъ расширенія и даже оба рельса были положены горизонтально, безъ необходимаго превышенія внѣшняго рельса на закругленіяхъ. Практика, впрочемъ, показала весьма скоро всю невыгоду подобныхъ отступленій и постепенно, уже послѣ начала движенія на дорогѣ, было произведено расширеніе пути на кривыхъ, а также внѣшнему рельсу на нихъ дано было необходимое повышеніе отъ 1—2 дюймовъ. Зарубкой шпаль рельсы наклонены въ средину пути.

Главная улица гор. Екатеринослава носитъ названіе Екатерининскаго проспекта. Ширина этой улицы измѣняется отъ 35 до 25 саженъ. Въ широкой части Екатерининскаго проспекта трамвай занимаетъ полосу между бульварами посреди улицы, въ болѣе же узкой части проспекта трамваю отведена полоса земли по сторонамъ бульвара, идущаго среди улицы.

Такое расположеніе пути трамвая нельзя не признать въ высшей степени целесообразнымъ: трамвай такимъ образомъ не препятствуетъ ни экипажному, ни пѣшеходному движенію. Проходящая по Екатерининскому проспекту линія трамвая начинается отъ вокзала Ека-

терининской жел. дороги и затѣмъ уже выходитъ на Екатерининскій проспектъ.

Часть пути отъ вокзала до Екатерининскаго проспекта въ одинъ путь, на всемъ же протяженіи проспекта путь всюду двойной.

Въ концѣ Екатерининскаго проспекта находится обширная площадь, носящая названіе Соборной. На эту площадь выходитъ Потемкинскій садъ, расположенный на востокѣ, возвышенномъ берегу Днѣпра.

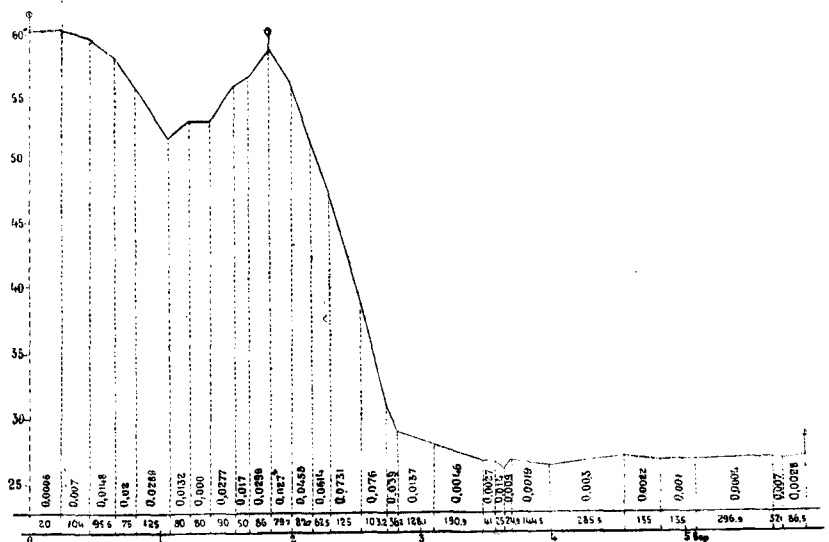
Входъ въ Потемкинскій садъ, какъ я уже упомянулъ, находится вблизи Соборной площади. Трамвай огибааетъ кругомъ всю обширную площадь; на площади линія проведена также въ 1 путь.

Длина всей магистрали трамвая (Вокзалъ—Соборная) 6078 метр.

Существенно полезно было бы на протяженіи всего этого разстоянія проложить двойной путь (въ настоящее время двойной путь на протяженіи лишь около 4000 метр.).

Впрочемъ, проведеніе на всей магистральной двойного пути составляетъ только вопросъ времени и уже рѣшено администраціей дороги.

На Екатерининскомъ же проспектѣ, приблизительно на разстояніи немного болѣе 3-хъ верстъ отъ вокзала, имѣется на протяженіи болѣе 1 километра подъемъ въ среднемъ болѣе 60‰, подъемъ этотъ иногда доходитъ до 76‰. Прилагаемъ при семъ профиль Соборной пло-



Фиг. 1.

щади и Екатерининскаго проспекта, заимствованный изъ вышеупомянутого доклада А. Г. Когана (фиг. 1).

Кромѣ главной магистральной линіи трамвай имѣетъ три боковыхъ вѣтви, а также вѣтку въ дено, длину свыше 300 метровъ. Общее протяженіе этихъ всѣхъ вѣтокъ менѣе 4 километровъ. Такимъ образомъ протяже-

*) См. докладъ А. Г. Когана 19 февр. 1898 г. въ запискѣ VIII и VI отдѣловъ Импер. Технич. Общ.

ние всего трамвая в общем не достигает даже 10 километров. Считая, впрочем, что большая часть линии в два пути, длина всей линии достигает почти 15 километров. Тип рельсов трамвая обыкновенный виньольевский (22½ ф. в погонном футе).

При постройке дороги минимальное движение было определено в 14 вагонов-двигателей (6 ваг. по магистрали Вокзал—Соборная площ. и 8 вагонов по боковым ветвям); при этом предположении по большому подъему на Екатерининском проспекте вагон проходил бы каждые 15 минут.

При расчете максимального движения предполагалось, что вагоны-двигатели с прицепными вагонами отходили бы каждые 10 минут. При таком предположении число вагонов-двигателей определилось 21 (9 на магистрали и 12 на боковых ветвях). Такое же число т. е. 21 прицепных вагонов. Скорость вагонов-двигателей была принята в расчет 10 кил. в час. При вышеизложенных данных для минимального движения требуется 180 индикаторных сил, при чем для движения вагона по наибольшему подъему (76‰) и по кривой закругления наименьшего радиуса (15 саж.) необходимо снабдить вагоны двумя двигателями в 20 сил каждый.

Для максимального движения *) (21 ваг. двигатель и 21 прицепных вагонов) очевидно было необходимо 370 индикаторн. сил. Принимая во внимание количество сил, необходимое для насосов водокачки, действующей на котлы и конденсаторы центр. станции, а также двигатель для мастерских дороги, установлены 3 пародинамо в 200 индикаторн. сил каждая.

Но практика совершенно не оправдала выше приведенного расчета: не только оказалось недостаточно отправлять вагоны через каждые 15 минут, но и через 7½ мин. оказалось скорѣ также недостаточно. Благодаря этому потребление сил на линии оказалось сразу же значительно больше расчетного, а поэтому одна пародинамо оказалась не в состоянии дать необходимую энергию в особенности в момент прохождения вагонов по подъему, достигающему в среднем 60‰ на протяжении почти километра.

Пришлось поэтому пускать две машины одновременно. При этом, конечно, работа двух машин не утилизируется вполне, так как потребление сил достигает своего максимума только в то время, когда несколько вагонов идут по подъему одновременно.

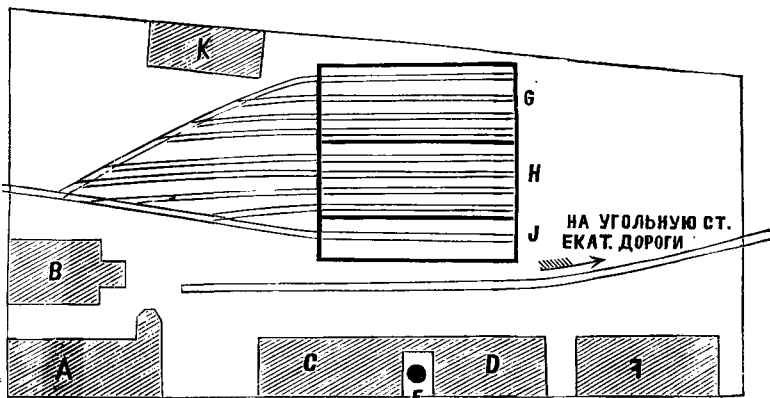
Впрочем для уменьшения этих колебаний в количестве потребляемой на линии энергии, при разстоянии 7½ минут между вагонами, на подъемѣ никогда не бывает больше двух вагонов одновременно и при том так, что когда один вагон начинает свой подъем, другой находится в концѣ подъема.

Станция.

Станция помещается на Озерной площади, весьма недалеко от конечного пункта магистрали вокзала Екатерининск. ж. д. От магистрали к станции отводится особая ветка, ведущая к вагонному сараю; ветка эта протяжением около 300 метр. Площадь занимаемая станцией, весьма обширна (около 3000 кв. с.), что, конечно представляет громадное удобство в виду необходимого в самом близком будущем расширения станции. Станция соединена рельсовым путем с Екат. жел. дорогой; путь этот служит для подвоза вагонов с углем.

*) См. докладъ А. Г. Когана.

На фиг. 2 мы видим, что на территории станции помещаются:



Фиг. 2.

Планъ центр. станции.

- A. Резервуаръ для воды.
 - B. Помѣщ. для служащихъ.
 - C. Машины.
 - D. Котлы.
 - E. Дым. труба.
 - F. Угольн. сарай.
 - G. Помѣщ. для прицеп. вагоновъ.
 - H. Вагоны-двигатели.
 - I. Ремонтная мастерская и магазинъ.
 - K. Управление дороги.
- } Въ одномъ общемъ вагонн. сараѣ.

Машинное отдѣленіе.

Генераторами тока для трамвая служат, как мы уже говорили, три пародинамо.

Паровыя машины фирмы Франко-Този (Левьяно в Италіи) по 200 индикат. силъ каждая; машины вертикальныя, тандемъ компоундъ. Малый цилиндръ высокаго давления помещается надъ цилиндромъ низкаго давления. Паръ поступаетъ изъ паропровода сначала въ рубашку цилиндра высокаго давления, а оттуда уже въ малый цилиндръ. Какъ цилиндръ высокаго давления, такъ и цилиндръ малаго давления окружены теплоизолирующей одеждой, толщиною до 4 дюймовъ. Приемное давление пара 8 атм. Парораспределение совершается посредствомъ золотниковъ. Золотники цилиндрическіе, уравновѣшенные. Машины могутъ работать съ охлажденіемъ пара и безъ него. Холодильникъ приводится въ движение посредствомъ балансира. Число оборотовъ 180 въ минуту. Регуляторъ состоитъ изъ чугуннаго диска, снабженнаго балансиромъ, одинъ конецъ котораго соединенъ съ спиральной пружиной, а другой съ дискомъ на который насаженъ эксцентрикъ золотника. Сжатіе или растяженіе пружины подъ влияніемъ центрѣбной силы измѣняетъ эксцентрицитетъ, а вмѣстѣ съ этимъ и впускъ пара золотникомъ.

Регуляторъ весьма чувствителенъ. При внезапной разгрузкѣ и нагрузкѣ машины, при переходѣ отъ работы съ охлажденіемъ и безъ него, машина послѣ 2—3 оборотовъ возвращается къ нормальному ходу. Смазка машинъ автоматическая. Паръ получается отъ водотрубныхъ котловъ системы Фицнеръ и Гамперъ; поверхность нагрева каждаго котла 190 кв. метровъ.

Динамо системы Шукверта 250 амперъ 580 вольтъ (А Г. 220), насажена непосредственно на общую ось машины.

Всѣ три динамо могутъ работать какъ параллельно,

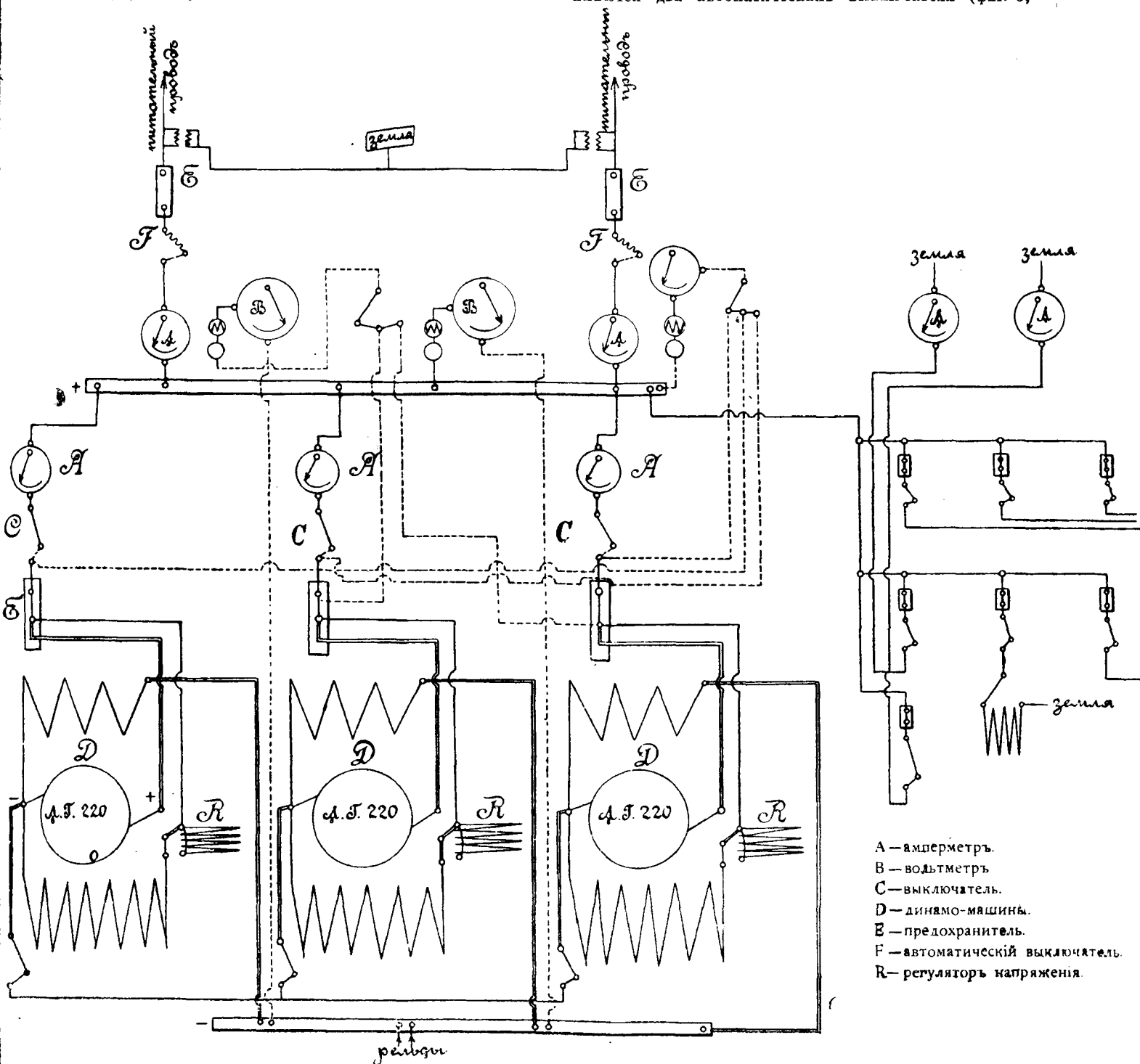
такъ и порознь (см. распр. доск.). Динамо типа компаундъ; компаундированіе исполнено превосходно, колебаніе напряженія весьма небольшое и быстро возвращается къ нормальной величинѣ. Смазка подшипниковъ вольцевая.

Въ томъ же машинномъ отдѣленіи оставлено мѣсто еще для двухъ пародинамо. Для монтировки машинъ и для нуждъ починки въ случаѣ надобности машинное отдѣленіе снабжено мостовымъ краномъ подъемной силою въ 5.000 килогр. Каждая динамо снабжена амперметромъ, 2 выключателями и предохранительной пластинкой.

Все эти приборы для каждой машины помѣщены на особомъ основаніи. На среднемъ основаніи имѣются, сверхъ того, еще 2 вольтметра и коммутаторъ.

Токъ отъ динамо проводится къ двумъ сборнымъ полосамъ. Одна изъ нихъ положительная соединена была съ рельсами, а отрицательная съ воздушнымъ рабочимъ проводомъ. Въ настоящее время машины переполаризованы, т. е. положительный полюсъ соединенъ съ воздушнымъ проводомъ, а отрицательный съ рельсами.

Такъ какъ токъ направляется на линію двумя питающими артеріями, то на распределительной доскѣ имѣются два автоматическихъ выключателя (фиг. 3,



- А — амперметр.
- В — вольтметр.
- С — выключатель.
- Д — динамо-машины.
- Е — предохранитель.
- Ф — автоматическій выключатель.
- Р — регуляторъ напряженія.

Фиг. 3.

распред. доска, заимств. изъ доклада А. Г. Когана). Обратнымъ проводомъ тока, какъ мы видимъ, служатъ рельсы. Весьма важный вопросъ о соединеніи между собою рельсовъ разрѣшенъ, по моему мнѣнію, далеко не безупречно. Въ каждомъ стыгѣ рельсы соединены мѣдной оцинкованной проволокой ($8\frac{1}{2}$ мм. диаметромъ). Проволока эта, длиною въ 70 сантим., приклепана къ концамъ рельсовъ. Два рельса пути соединены между собою черезъ каждыя 100 метр.

А. Г. Коганъ въ своемъ докладѣ приводитъ мнѣніе известнаго бельгійскаго электротехника г. Ванъ-Флоттена относительно вышеописаннаго способа соединенія рельсовъ въ стыкахъ. По мнѣнію г. Ванъ-Флоттена „обратный проводъ въ рельсахъ недостаточенъ; пужно или удвоить соединенія стыковъ, или замѣнить ихъ другою болѣе совершенною системою“.

Какъ мы уже видѣли (при указаніи расположенія главной станціи трамвая) положеніе станціи вблизи одного изъ концовъ магистрали Вокзалъ — Соборная площадь совершенно противорѣчитъ требованію, чтобы главная станція находилась въ центрѣ линіи. Въ настоящее время главная станція расположена совсѣмъ наоборотъ: вблизи одного изъ конечныхъ пунктовъ магистрали, т. е. вблизи вокзала Екатеринбургской желѣзной дороги. Однако же, въ виду неизбѣжнаго (по моему мнѣнію) и при томъ въ будущемъ весьма значительнаго расширенія сѣти трамвая—такое на первый взглядъ ненормальное расположеніе главной станціи является даже весьма выгоднымъ. Дѣло въ томъ, что предвидящееся расширеніе сѣти трамвая ни въ коемъ случаѣ не минуетъ той части города, которая соприкасается съ Александровскимъ металлургическимъ заводомъ Брянскаго товарищества.

Заводъ этотъ, несомнѣнно одинъ изъ значительнѣйшихъ и благоустроеннѣйшихъ южно-русскихъ заводовъ, выстроенный на берегу рѣки Дѣбры, за городомъ, теперь уже почти входитъ въ черту города. Вся часть города, или точнѣе пригородная слобода, примыкающая къ заводу и носящая названіе Чечелевки (1, 2 и 3 Чечелевскія улицы), населена частью рабочими завода, частью служащими на немъ и мелкими ремесленниками.

Населеніе это, безъ сомнѣнія, представляетъ собою элементъ наиболее нуждающійся въ дешевомъ и удобномъ способѣ сообщенія съ городомъ. Принявъ такимъ образомъ во вниманіе будущее расширеніе сѣти трамвая именно въ эту сторону, мы видимъ, что при вышеуказанныхъ обстоятельствахъ въ весьма близкомъ будущемъ главная станція займетъ наивыгоднѣйшее положеніе почти въ самомъ центрѣ сѣти. Въ настоящее же время при положеніи станціи у одного изъ концовъ сѣти главное потребленіе энергии (подъемъ въ 60‰ на протяженіи 1 километра) происходитъ приблизительно на разстояніи около 3-хъ верстъ отъ станціи.

Благодаря этому, токъ (580 вольтъ) изъ главной станціи отъ сборной полосы, съ которою соединены положительные полюсы (см. распред. доску), отправляется шестью голыми мѣдными проводами (діаметръ $8\frac{1}{2}$ мм.). Одинъ изъ фидеровъ соединяется съ рабочимъ проводомъ вблизи станціи, остальные же пять фидеровъ прижимаются къ рабочему проводу между Торговой и Александровской улицами.

Рабочій проводъ изъ кремнистой бронзы діаметромъ $8\frac{1}{2}$ мм.; проводъ этотъ подвѣшенъ на магистрали къ кронштейнамъ на деревянныхъ столбахъ.

На боковыхъ же вѣтвяхъ сѣти, на болѣе узкихъ улицахъ, проводъ подвѣшенъ на поперечныхъ стальныхъ проволокахъ (5—6 мм.). Эти поперечныя поддерживающія проволоки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сѣти прикрѣплены просто (посредствомъ розетокъ) къ стѣнкамъ домовъ. Это обстоятельство, впрочемъ, не можетъ быть причиной какихъ-либо несчастныхъ случаевъ, въ виду достаточной изолировки поперечныхъ проводовъ отъ рабочаго провода.

На кривыхъ закругленій рабочій проводъ оттяжки изъ стальной проволоки натянутъ полигономъ.

При прохождѣ ролика контактной стрѣлки вагона чрезъ мѣсто прикрѣпленія рабочаго провода къ кронштейну появляются постоянно сильныя искры.

Обстоятельство это вполне очевидно указываетъ на полную умѣстность и даже необходимость эластичскаго подвѣшиванія провода на кронштейнахъ.

Такой способъ подвѣшиванія не былъ употребленъ фирмой Шуккертъ (которая устранила все оборудованіе дороги), по всей вѣроятности, съ цѣлью экономіи, врядъ ли здѣсь умѣстной.

При постройкѣ дороги строителемъ ея А. Г. Коганомъ приняты всѣ мѣры предосторожности, для избѣжанія возможныхъ несчастныхъ случаевъ. Въ мѣстахъ пересѣченія телеграфныхъ проводовъ, на нихъ наложены деревянные пластинки; устроены въ многихъ мѣстахъ предохранительныя сѣтки изъ проволоки и, наконецъ, дорога приняла на свой счетъ устройство предохранителей на каждомъ телефонномъ проводѣ, какъ у центральной станціи, такъ и у абонентовъ. Выборъ типа предохранителей представленъ управленію телефонами. Съ этой точки зрѣнія предосторожность и готовность администраціи и строителя дороги заслуживаютъ благодарности; въ особенности справедливо можно оцѣнить такую предупредительность, не останавливающуюся предъ добавочными расходами, вспоминая рядъ несчастныхъ случаевъ, имѣвшихъ мѣсто у насъ въ Петербургѣ.

Екатеринославскій трамвай снабженъ двумя типами вагоновъ: вагонами прицепными и вагонами-двигателями. Что касается первыхъ, то они не представляютъ никакого интереса—это обыкновенный типъ открытыхъ вагоновъ конножелезныхъ дорогъ; синія опрокидывающіяся, скамеекъ 7. Вагоны эти снабжены обыкновеннымъ винтовымъ тормазомъ. Прицепные вагоны имѣются пока только открытые для лѣтнаго движенія.

Вагоны-двигатели поставлены дорогѣ фирмою Шуккертъ и К°. Скамьи въ закрытыхъ вагонахъ продольныя, внутри вагона 16 мѣстъ. На двухъ площадкахъ, передней и задней, еще 12 мѣстъ. Передняя площадка вагона отдѣляется отъ внутренности вагона дверью, въ которой имѣется окошко, черезъ которое кондукторъ можетъ получить плату съ пассажировъ на площадкѣ, не отворяя каждый разъ двери. Каждый вагонъ снабженъ двумя двигателями въ 20 силъ каждый. Двигатели, конечно, герметически закрыты. Щетки угольныя; для перемены щетокъ и осмотра имѣется въ кожухѣ двигателя специальное отверстие.

Индукторы двигателя (4) прикрѣплены къ корпусу ящика. Двигатели могутъ работать вмѣстѣ и порознь. Каждый вагонъ освѣщенъ 5 лампочками накаливанія.

Двигатели вагоновъ четырехполюсныя. Число оборотовъ 500. Зубчатая передача одна. Двигатели снабжены послѣдовательной обмоткой и не компаундированы.

Каждый вагонъ снабженъ предохранителемъ и реостатомъ.

Комбинаціями между способомъ включенія двигателей и реостатомъ вагону-двигателю можно сообщить 4 различныя скорости:

- 1) реостатъ включенъ и двигатели работаютъ послѣдовательно;
- 2) безъ реостата и двигатели послѣдовательно;
- 3) реостатъ и двигатели параллельно;
- 4) безъ реостата и двигатели параллельно.

Каждый вагонъ-двигатель снабженъ винтовымъ и электрическимъ тормазомъ.

Электрическій тормазъ дѣйствуетъ двояко: 1) переменной направленія тока (коммутаторъ на каждой площадкѣ въ особомъ желѣзномъ кожухѣ), и 2) двигатели начинаютъ работать какъ динамо, развивая контр-электродвижущую силу. Послѣднее дѣйствіе электрическаго тормазы весьма энергично: на уклонѣ въ 10‰ при скорости вагона въ 12 клм. въ часъ вагонъ останавливается на разстояніи 2—3 метровъ. По опытамъ, произведеннымъ администраціей дороги при уклонѣ въ 73‰ при скорости 30 клм. въ часъ вагонъ былъ остановленъ на разстояніи 49 метр. (опытъ былъ произведенъ во время гололедицы). Управленіе вагономъ находится въ рукахъ вагоновожатаго. Подъ руками у вагоновожатаго три рукоятки—двѣ на электрическомъ аппаратѣ, а третья отъ винтоваго тормазы. Впрочемъ, во время движенія вагона маневрировать приходится

только двумя рукоятками, такъ какъ одна изъ рукоятокъ электрическаго аппарата поворачивается при отпращиваніи въ путь и во все время пути остается въ томъ же положеніи. Предупредительные звонки вагоновожатый даетъ издаля, нажимая се ногой. Вѣсъ вагона—двигателя (безъ пассажировъ) 7080 килогр.

Вагоны—двигатели имѣются какъ закрытые (для зимняго движенія), такъ и открытые (для лѣтнаго). Открытые вагоны—двигатели съ поперечными скамьями (8 скамей) на 33 мѣста. Передняя и задняя площадки застеклены.

Въ докладѣ, читанномъ 19 февраля 1898 года въ Императорскомъ Русскомъ Техническомъ Обществѣ, А. Г. Коганомъ сообщены свѣдѣнія относительно условий, принятыхъ акціонернымъ обществомъ бывшимъ Шуккертъ и К^о при взятіи на себя полного оборудованія дороги.

Условия эти слѣдующія:

1) на 15 килогр. угля (7.000 калорій теплотворной способности) котлы должны давать не менѣе 100 килогр. пара.

2) Паровыя машины не должны потреблять болѣе 8,5 килогр. пара на каждую индикаторную силу.

3) Динамомашинны должны давать не менѣе 420 ваттъ на каждую индикаторную силу.

4) Потеря напряженія въ проводахъ не должна превышать 20%.

По свѣдѣніямъ даннымъ А. Г. Коганомъ, подъ руководствомъ Вавъ-Флоттена были произведены для проверки вышеупомянутой гарантіи опыты. Опыты эти дали слѣдующіе отвѣты на поставленные требованія:

1) одинъ килограммъ угля далъ 6,77 килогр. пара при среднемъ давленіи 8,89 атм. и при средней температурѣ питательной воды 11,87° Ц. При этомъ опытѣ, длившемся 11 часовъ, машина работала подъ постоянной нагрузкой, т. е. на остатокъ.

2) На каждую индикаторную силу идетъ пара 8,04 килогр. При этомъ опытѣ, длившемся 10,5 часа, по диаграммамъ средняя работа машины равнялась 172,88 индикаторныхъ силъ.

3) Полезное дѣйствіе установки опредѣлялось слѣдующимъ образомъ:

Машина работала въ теченіе часа на линію, т. е. съ *переменной нагрузкой*. Диаграммы брались черезъ каждыя пять минутъ. Средняя работа по диаграммамъ 133,4 индикаторныхъ силъ при 180,5 оборотахъ въ минуту. Въ то же время наблюдали точными вольтметрами и амперметрами число амперъ и вольтъ.

Средняя работа оказалась 75230 ваттъ. Такимъ образомъ на каждую индикаторную силу получилось $\frac{75230}{133,4} = 564$ ватта. Отсюда общій коэффициентъ полез-

наго дѣйствія пародинамо $\frac{564}{736} = 76,5\%$ (при переменной нагрузкѣ);

4) Коэффициентъ полезнаго дѣйствія машины вмѣстѣ съ якоремъ динамо опредѣлялся такъ: диаграммы брались во время холостого хода машины съ приподнятыми щетками динамо (безъ возбужденія).

Получили:

$$N_i = 16,78 \text{ HP};$$

при опущенныхъ щеткахъ:

$$N_i = 24,5 \text{ HP}.$$

Такимъ образомъ, при переменной нагрузкѣ коэффициентъ полезнаго дѣйствія паровой машины будетъ:

$$\frac{133,46 - 16,78}{133,46} = \frac{116,68}{133,46} \times 100 = 87,4\%.$$

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія динамо опредѣлится (взявъ общій коэффициентъ полезнаго дѣйствія

$$\text{установки), какъ } \frac{76,5}{87,4} \times 100 = 87,52\%.$$

Принимая же во вниманіе дополнительное сопротивление тренія во время нагрузки, имѣемъ (по Грабаку) $\mu = 0,083$;

$$\frac{1}{1 + \mu} = 0,923 \text{ и}$$

$$N_e = \frac{133,46 - 16,78}{1 + \mu} = 107,69 \text{ HP}.$$

и коэффициентъ

$$\eta = \frac{107,69}{133,4} \times 100 = 80,7\%.$$

Нагрѣваніе якоря динамо оказалось весьма незначительнымъ: послѣ 6 часовъ работы при полной нагрузкѣ около 30° Ц.

Сопротивленіе изоляціи воздушныхъ проводовъ дало 101,172 ома.

Производились также опыты, имѣвшіе цѣлью вычислить количество энергіи, потребляемое вагономъ—двигателемъ. Одинъ изъ вагоновъ снабженъ былъ ваттметромъ съ вольтметромъ и амперметромъ. Оказалось, что на магистральной *Вокзалъ—Соборная площадь и обратно* въ

среднемъ на километръ употреблено $\frac{884 + 395}{2} = 640$ ваттъ.

На боковыхъ линіяхъ $\frac{566 + 536}{2} = 550$ ваттъ и $\frac{730 + 447}{2} = 590$ ваттъ.

При прохожденіи вагоновъ на подъемѣ (60‰ въ среднемъ) на магистральной со скоростью 13,68 килом. въ часъ число амперъ въ среднемъ 75 при 500 вольтъ; при опытѣ съ прицепнымъ вагономъ на maximum подъема 76‰ число амперъ = 109.

Измѣреніе температуры двигателей по возвращеніи ихъ въ депо дало слѣдующіе результаты:

якорь 52,3° Ц.	якорь 58,1° Ц.
индукторы 45,9° Ц.	индукторы 40,2° Ц.

Послѣ 5 круговыхъ поѣздокъ съ прицепнымъ вагономъ:

якорь 66,6° Ц.
индукторы 51,6° Ц.

А. Г. Коганъ считаетъ, что вышеуказанныя цифры доказываютъ, что двигатели слишкомъ слабы для тяги прицепныхъ вагоновъ по крутымъ подъемамъ дороги.

Врядъ ли это справедливо, такъ какъ правильно конструированный двигатель трамвая долженъ выдерживать, конечно, болѣе или менѣе непродолжительный промежутокъ времени, нагрѣваніе до 100° Ц.

Потеря напряженія въ проводахъ опредѣлялась одновременно наблюдениемъ напряженія на станціи и въ концѣ линіи. Наблюденія производились въ теченіе часа; среднія величины получились: на станціи 567 вольтъ, въ концѣ линіи 509 вольтъ. Средняя потеря напряженія (при 18 вагонахъ въ движеніи) такимъ образомъ будетъ 11,5%.

Для опредѣленія потери напряженія въ обратной проводѣ, т. е. въ рельсахъ, были соединены телефонной проволокой оконечности пути. Послѣ часового наблюденія найдено, что потеря въ среднемъ равна 19,1 вольтъ на 6 километровъ, что составляетъ болѣе 3 вольтъ на километръ; цифра весьма значительная.

Относительно 3-го пункта требованій, поставленныхъ дорогой фирмѣ Шуккертъ, т. е. относительно коэффициента 420 ваттъ на каждую индикаторную силу машины можно замѣтить, что коэффициентъ этотъ крайне малъ и такимъ образомъ дорога предъявила къ фирмѣ Шуккертъ по этому пункту уже слишкомъ умѣренные требованія. Въ заключеніе приводимъ нѣкоторые данныя экономическаго характера, опубликованныя въ томъ же докладѣ А. Г. Когана.

Расходы эксплуатации Екатеринбургского трамвая (без амортизации) составляют 13 коп. съ вагонъ-километра. При томъ стоимость собственно тяги около 5 коп. за вагонъ-километр. Для сравнения авторъ доклада приводитъ цифры стоимости эксплуатации конно-железныхъ трамваевъ за 1895 г.

	Эксплуатация.	Тяга.
Харьковъ	11,58 к.	5,25 к.
Ростовъ-на-Дону	16,2 "	7 "
Тифлисъ	13 "	6,85 "
Одесса	13,9 "	7,58 "

Электрическая тяга, слѣдовательно, обходится въ Россіи не дешевле конной, но среди множества преимуществъ, которыми электрическая тяга обладаетъ (перечислять ихъ здѣсь не станемъ) въ особенности заслуживаютъ вниманія слѣдующія двѣ стороны дѣла:

1) Эластичность, если можно такъ выразиться, движенія при электрической тягѣ, благодаря которой является возможность увеличивать число вагоновъ въ часы болѣе многолюднаго движенія публики и уменьшать это число вагоновъ, если они идутъ полупустыми. Чтобы достигнть того же результата при конной тягѣ, пришлось бы содержать и кормить громадное число запасныхъ лошадей, что, конечно, давало бы столь же значительную цифру излишнихъ расходовъ на эксплуатацию дороги.

Электрическій же трамвай, располагая большимъ подвижнымъ составомъ и извѣстнымъ запасомъ силы машинъ, при увеличеніи движенія тратитъ лишь нѣсколько больше угля въ топкахъ. Въ болѣе выгодныхъ, нежели конная тяга условіяхъ находится тяга паровая, но и она не можетъ обладать такой же эластичностью движенія какъ электрическая, такъ какъ является невозможность такъ часто посылать вагоны. Сверхъ того, паровая тяга никоимъ образомъ не можетъ достигнуть такой утилизаціи подвижнаго состава, какъ электрическая дорога.

Въ каждый данный моментъ можно при электрической тягѣ свести количество не утилизируемыхъ мѣстъ до возможнаго минимума и точно также возможно увеличить до требуемой величины провозоспособность дороги.

При паровой тягѣ приходится пускать паровозъ всегда съ опредѣленнымъ количествомъ вагоновъ, при электрической же тягѣ, какъ только въ данный моментъ мы замѣчаемъ, что наплывъ пассажировъ уменьшается, мы можемъ отцѣпить лишніе вагоны и пустить одинъ вагонъ.

Такимъ образомъ при слабомъ движеніи электрическая тяга врядъ ли особенно выгодна, при движеніи же сильною она представляетъ ничѣмъ не замѣнимыя выгоды и удобства.

2) Несомнѣннымъ фактомъ является предположеніе, подтвердившееся всюду на дѣлѣ при устройствѣ электрическихъ трамваевъ: часть публики, не пользующаяся трамваемъ при конной тягѣ, весьма охотно пользуется имъ при тягѣ электрической. Поэтому то, напр., нисколько не удивительно, что строители Екатеринбургскаго трамвая, рассчитывая пускать вагонъ черезъ каждыя 15 минутъ, должны были весьма скоро перейти на 7¹/₂, а затѣмъ и на 5 минутъ. Пишущій лично убѣдился, что весьма часто (каждый праздничный день) и это количество идущихъ вагоновъ является крайне недостаточнымъ, а поэтому при обзаведеніи большимъ подвижнымъ составомъ и увеличеніи числа пародинамо эксплуатация дороги станетъ несомнѣнно еще выгоднѣе.

Е. А. Лехачевскій.

О динамомашинѣхъ.

(изъ доклада, читаннаго М. Мордземъ въ Institution of Electrical Engineers).

За послѣднее время было сдѣлано сравнительно очень мало усовершенствованій въ конструкціи динамомашинъ. Спрашивается, заслуживаетъ ли динамо своей высокой репутациі? Какъ работающая машина, безъ сомнѣнія заслуживаетъ: она не подвергается сильному нагрѣву, легко приспособляема, прочна, обладаетъ высокой отдачей, легко регулируется и имѣетъ сравнительно небольшую утечку тока, даже въ случаѣ неподвижныхъ щетокъ и переменнаго нагрузки. Но эти хорошія качества достигаются высокой цѣной, употребленіемъ дорогихъ матеріаловъ, устройствомъ большого воздушнаго промежутка, чрезвычайной затратой на возбужденіе, и употребленіемъ индукторовъ болѣе длины и поперечнаго сѣченія чѣмъ того требуетъ арматура. Съ этой точки зрѣнія динамо далеко не можетъ считаться совершенной машиной. Достаточно сказать для примѣра, что на самое возбужденіе магнитной цѣпи динамо довольно собственно одной десятой доли энергіи, употребляемой на возбужденіе; остальные девять десятыхъ такъ или иначе тратятся на компенсированіе реакціи арматуры.

Настоящій докладъ имѣетъ цѣлью главнымъ образомъ разсмотрѣть условія, при которыхъ возможно уменьшеніе затраты матеріаловъ и энергіи путемъ возможнаго уменьшенія искрообразования и реакціи арматуры. Но не надо забывать, что по мѣрѣ достиженія этой цѣли, на очередь выдвигается вопросъ охлажденія, ибо въ такомъ случаѣ мощность динамо будетъ ограничиваема почти исключительно этимъ факторомъ *).

Чтобы показать, какъ непроизводительно тратится въ динамо часть энергіи, вообразимъ динамо, арматура которой рассчитана по обыкновенному способу; поле у нея достаточно для развитія полнаго числа вольтъ при томъ условіи, что въ проводникахъ арматуры нѣтъ тока. Такая динамо можетъ имѣть зубчатую арматуру, воздушный промежутокъ, достаточный лишь для зазора, и короткую магнитную цѣпь; на возбужденіе ея требуется очень мало тока.

Теперь нагрузимъ ее, — появится реакція, для уменьшенія которой надо будетъ увеличить воздушный промежутокъ; вслѣдствіе этого придется прибавить число обмотокъ поля, а слѣдовательно увеличить длину индукторовъ, а также и ихъ поперечное сѣченіе для уменьшенія магнитной утечки, которая явилась вслѣдствіе увеличенія воздушнаго промежутка и т. д., въ концѣ концовъ мы увеличимъ затрату на возбужденіе въ 30—50 разъ и потратимъ матеріала гораздо больше, нежели первоначально. Практически все это увеличеніе есть прямое слѣдствіе реакціи арматуры.

Сравненіе типовъ.

Изъ двухъ классовъ **) динамомашинъ съ гладкими и зубчатыми арматурами первая предпочитается въ Англіи. главнымъ образомъ въ виду хорошаго собранія тока; послѣднія предпочтительны въ континентальной Европѣ и Америкѣ. Въ Соединенныхъ Штатахъ 500 вольтные желѣзнодорожные генераторы почти всегда имѣютъ зубчатую арматуру; но часто употребляютъ и гладкія арматуры, при освѣщеніи токомъ малаго напряженія, когда приходится собирать сильный токъ. Сравнивая эти два типа машинъ, можно сказать, что типъ съ гладкими

*) Относительно малаго образованія искръ слѣдуетъ слѣлать оговорку: хорошія динамо и теперь очень мало, или совсѣмъ не даютъ искръ, но это достигается дорогими средствами.

**) Динамо съ арматурами безъ сердечника нѣтъ надобности выдѣлять въ особый классъ, такъ какъ эти арматуры имѣются основаніе употреблять лишь для альтернаторовъ.

арматурами далъ хорошіе практическіе результаты; собираніе тока превосходно, однако въ этихъ динамо издержки на матеріалъ сравнительно высоки, кромѣ того въ машинахъ этого типа есть и нѣкоторые другіе недостатки.

Въ динамо съ зубчатыми арматурами собираніе тока не такъ хорошо, а также не удовлетворительно ихъ регулированіе; за то у нихъ есть и много преимуществъ съ точки зрѣнія электрической, механической и магнитной, а именно:

- 1) Малое возбужденіе.
- 2) Малая магнитная утечка.
- 3) Отсутствие паразитныхъ токовъ въ проводникахъ арматуры.
- 4) Проводники арматуры цѣлые, вмѣсто составныхъ.
- 5) Тангенціальное дѣйствіе на проводники арматуры невелико.
- 6) Проводники арматуры легко укрѣпляются.
- 7) Охлажденіе машины очень хорошо.
- 8) Постройка стоитъ дешевле.

Однако не всѣ эти преимущества осуществлены въ настоящее время. Разсмотримъ ихъ подробнѣе.

1) *Малое возбужденіе.* Затраты на возбужденіе обыкновенно меньше, чѣмъ въ гладкихъ арматурахъ, но могли бы быть еще меньше, если бы, въ видахъ уменьшенія реакціи арматуры и искробразованія, воздушный промежутокъ не дѣлался гораздо больше, чѣмъ это необходимо для чисто механическаго зазора.

2) *Магнитная утечка.* Такъ какъ магнитная утечка зависитъ главнымъ образомъ отъ разности магнитныхъ потенциаловъ на концахъ воздушнаго промежутка, то она также больше, чѣмъ слѣдовало бы въ силу указаннаго выше. Нѣкоторые указанія относительно утечки будутъ слѣданы ниже.

3) и 4) *Отсутствие паразитныхъ токовъ въ проводникахъ арматуры.* Это преимущество прекрасно осуществлено. За исключеніемъ случая, когда зубцы насыщены, въ промежуткахъ между ними магнитное поле очень слабо и нѣтъ необходимости дѣлать проводники составными, что уменьшаетъ стоимость машины и облегчаетъ ея изготовленіе.

5) и 6) *Тангенціальное дѣйствіе на проводники арматуры.* Такъ какъ этого дѣйствія практически нѣтъ, то проводники нужно закрѣпить лишь на ствольку, чтобы они прочно держались при отсутствіи нагрузки. Если даже это и не вполне справедливо (вопросъ этотъ будетъ разсмотрѣнъ далѣе), все таки опора, которую представляютъ для проводниковъ зубцы, есть очень большое достоинство зубчатыхъ арматуръ.

7) *Охлажденіе.*—Вопросъ очень важный. Въ гладкихъ арматурахъ сердечникъ покрытъ изолирующимъ веществомъ, плохо проводящимъ тепло. Въ зубчатыхъ же арматурахъ освобожденію тепла много способствуетъ металлическая поверхность зубцовъ.

8) *Дешевизна.*—Изготовленіе зубчатой арматуры дешевле гладкой при одной и той же мощности.

Если все это справедливо, то зубчатая арматура много имѣютъ въ свою пользу. Защитники динамо съ гладкими якорями могутъ утверждать, что всѣ возраженія противъ ихъ типа машинъ лишь кажущіяся, — что разъ поставленный на подшипники якорь не вызываетъ ни малѣйшаго беспокойства. Всѣмъ, однако, извѣстно, что постройка и обращеніе съ гладкими арматурами требуетъ болѣе умѣнья и заботливости, чѣмъ съ зубчатыми.

Съ другой стороны защитники зубчатого типа могутъ утверждать, что ихъ динамо находятся въ употребленіи много лѣтъ и дѣйствуютъ превосходно: не даютъ искръ и т. п. Это, можетъ быть, и вѣрно, но въ классѣ зубчатыхъ арматуръ надо различать динамо двухъ родовъ (и много промежуточныхъ):

- а) динамо съ малымъ воздушнымъ промежуткомъ и дурнымъ собираніемъ тока, и
- б) съ большимъ воздушнымъ промежуткомъ и лучшимъ собираніемъ.

Ни въ одномъ родѣ возможныя преимущества зубчатого типа вполне не осуществлены.

Магнитная утечка.

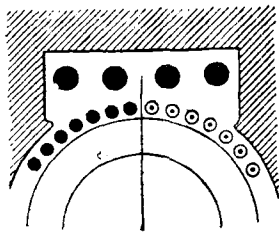
Магнитная утечка зло болѣе серьезное, чѣмъ обыкновенно считаютъ. Даже въ отличныхъ машинахъ она бываетъ огромна. Напр., обыкновенная двухполюсная динамо барабаннаго типа утилизируетъ только 70% возбуждаемаго поля.

Профессоръ С. Томпсонъ даетъ величины коэффициентовъ утечки отъ 1,25 до 1,49, въ среднемъ 1,34.—Величины частей динамо должны были сильно измѣниться, чтобы свести потерю хотя къ такимъ величинамъ: сѣченіе магнитовъ поля увеличено на 20—30%, а если не увеличилось поперечное сѣченіе, нужно было увеличить длину, чтобы помѣстить большую обмотку.

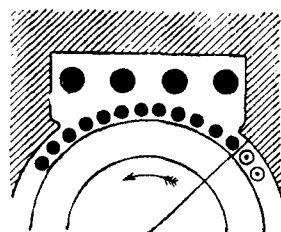
Магнитную цѣпь динамо обыкновенно разсматриваютъ съ ложной точки зрѣнія. Кажется ошибкой начинать съ намагниченія магнитовъ поля, когда настоящая цѣль—это намагнитить арматуру. Могутъ возразить, что тутъ нѣтъ начала, надо намагнитить всю цѣпь, якорь же только малая часть послѣдней. Но въ этомъ есть разница, и это давно ужъ было замѣчено Форбсомъ и осуществлено Эйкмейеромъ, помѣстившимъ возбуждающую обмотку прямо на якорь, а не на сердечники магнитовъ поля. Все значеніе такой конструкціи не было, однако, вполне понято, а между тѣмъ такое устройство дѣлаетъ магнитную утечку отрицательной. Другими словами, арматура проводитъ болѣе магнитный потокъ, чѣмъ индукторы, и утечка помогаетъ, а не вредитъ, такъ какъ весь возбужденный потокъ будетъ пересѣкать арматуру и, слѣдовательно, будетъ полезнымъ. Изъ этого не слѣдуетъ, однако, что надо способствовать увеличенію утечки.

Главное возраженіе противъ такой конструкціи заключается въ томъ, что располагать возбуждающую обмотку около якоря не такъ удобно, какъ около сердечниковъ индукторовъ, и что въ первомъ случаѣ нѣтъ сбереженія мѣди или энергіи, такъ какъ длина оборота около арматуры больше, чѣмъ около индукторовъ. Зато болшія преимущества представляютъ отсутствіе вредной магнитной утечки и короткость магнитной цѣпи. Для уменьшенія длины, а, слѣдовательно, и стоимости обмотки слѣдуетъ позаботиться объ удешевленіи и усовершенствованіи стальныхъ отливокъ. Англія въ этомъ отношеніи стоитъ впереди другихъ странъ; за нею непосредственно слѣдуютъ въ этомъ отношеніи Соединенные Штаты.

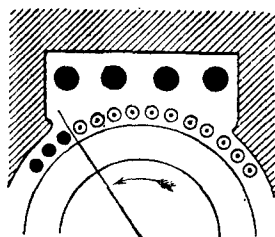
Уменьшенія утечки можно также достигнуть уменьшеніемъ воздушнаго промежутка. Если бы послѣдняго совсѣмъ не было,—не существовало бы практически и магнитной утечки—одинъ изъ доводовъ для употребленія зубчатыхъ арматуръ.



Фиг. 4 а.



Фиг. 4 б.



Фиг. 4 в.

Все, чего желательно достигнуть, это—собрание тока без искры и малая реакция обмотки (что составляет достоинство гладких обмоток) вместе с преимуществами зубчатых обмоток.

Весьма замечательно, что введенные в самом начале обмотки продолжают употребляться и до сих пор без всякого изменения. Напр., в кольцевых обмотках обыкновенная винтовая обмотка, навитая вокруг круглого железного сердечника, с соединениями на равных интервалах к коллектору, употребляется в настоящее время так же, как была введена Граммом и Пачинотти 27 лет тому назад.

Между тем во всех обыкновенных обмотках мы имеем следующие условия, показанные на трех диаграммах фиг. 4а, 4б и 4с.

(а) если щетки не повернуты—положительные и отрицательные направления уравновешиваются; (в) с щетками, передвинутыми к заднему полюсному наконечнику, ток обмотки помогает полю, а при щетках, передвинутых к переднему (с)—противодействует (обыкновенное положение щеток для обеспечения хорошего собиранія тока). Первые два положения щеток были бы выгодны, но они невозможны вследствие образования искры, так как замыкаемые секции имеют электродвижущую силу и в коротко замкнутой обмотке образуется большой ток.

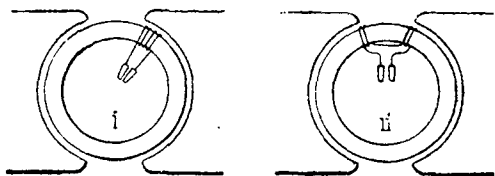
Обмотка Сейерса.

Сейерс задался двойной целью: уменьшить реакцию обмотки, собирая ток в таком положении, чтобы ток обмотки помогал полю, и замыкать действующую обмотку без искры. Он решил эту трудную задачу употреблением вспомогательных обмоток, включенных между обыкновенными секциями и коллектором, но находящихся в бездействии все время, за исключением моментов коммутации. Эти обмотки в моменты коммутации дают электродвижущую силу, обратную той, которая и производит образование искры. Таким образом получается возможность собирать ток при желаемом положении щеток, т. е. при отклонении назад.

Кольцевая обмотка.

Возьмем обыкновенный якорь Грамма и посмотрим, нельзя ли некоторыми изменениями достигнуть желаемых результатов.

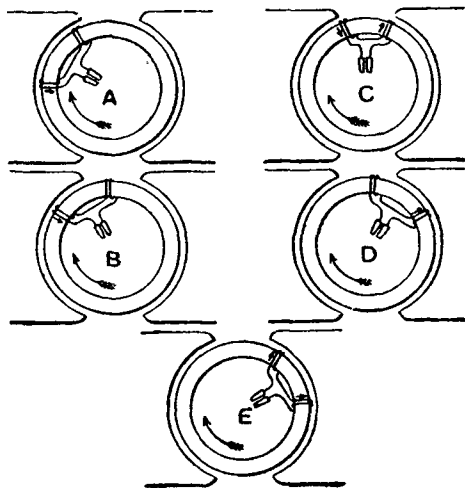
Возьмем обмотку, состоящую из 4 витков на каждый сектор коллектора (фиг. 5(I)). Назовем это „элементом“ обмотки. Теперь расположим витки так, как показано на фиг. 5(II), чтобы между каждым



Фиг. 5.

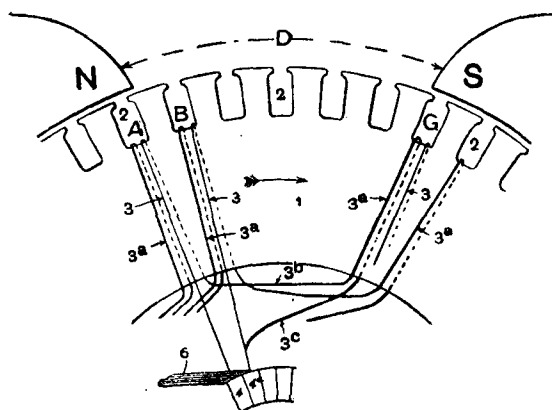
двумя витками был промежуток, равный промежутку между полюсными наконечниками. Так же расположим и всю остальную обмотку, заполняя пространство между частями одного элемента частями другого. Все эти элементы соединим последовательно, но не совсем по способу Грамма, а так, чтобы по каждой стороне обмотки ток проходил зигзагообразно. Электродвижущая сила всех элементов сложится как и в кольце Грамма, но когда какой-либо элемент проходит через пространство между полюсами, в нем образуются две противные электродвижущие силы, и когда эти последние равны, элемент может быть коротко замкнут без образования в нем тока.

Фиг. 6 показывает последовательные положения одного из элементов в его прохождении с одной стороны поля на другую.



Фиг. 6.

Фиг. 7 более ясно показывает обмотку отдельного элемента и части других; фиг. 8 показывает всю обмотку, а фиг. 9 (развернутая обмотка)—соединения



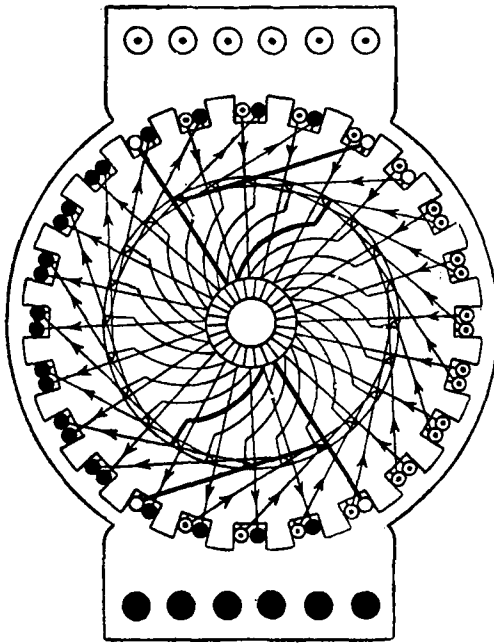
Фиг. 7.

элементов и направление в них тока. (Элементы, находящиеся в соединении, сделаны чернее других. Обмотка поля показана большими кругами, а оба направления тока обмотки показаны небольшими кружками, причем направление тока от чертежа к нам обозначено кружком с точкой, а направление от нас черным кружком.)

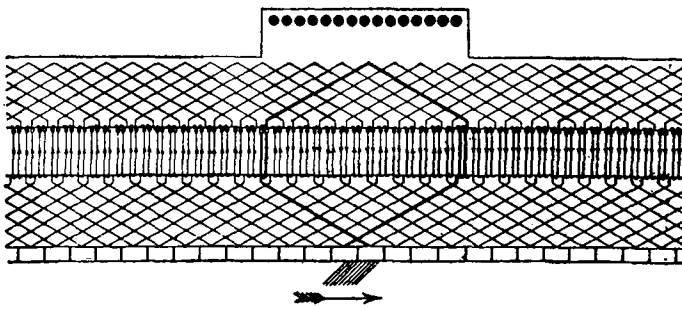
Фиг. 8 и 9 показывают, что эта обмотка вполне симметрична. Якорь может вращаться в любом направлении, как и при обыкновенной обмотке. В пространстве, заключенном замкнутым элементом, проводники обмотки имеют ток, меняющийся свое направление, так что эта часть обмотки не представляет реакции полю. Можно думать, что при этом происходит некоторая потеря вольт, но эта потеря неважна, когда нет нагрузки; при нагрузке же здесь достигается замечательный выигрыш в электродвижущей силе сравнительно с обыкновенным способом обмотки.

Другой способ расположения элемента показан на фиг. 10. Здесь каждый элемент, состоящий из 4-х витков, разделен на две неравные части: в одной—один, и в другой—три витка. При таком устройстве достигается равновесие без нагрузки, когда вперед идущая часть будет в поле более слабой, чем сзади идущая, условие, которого можно достигнуть или дѣлая

разстояіе между частями менѣе разстояніа между полюсными концевиками или дѣлал междужелѣзное пространство не вездѣ одинаковымъ.

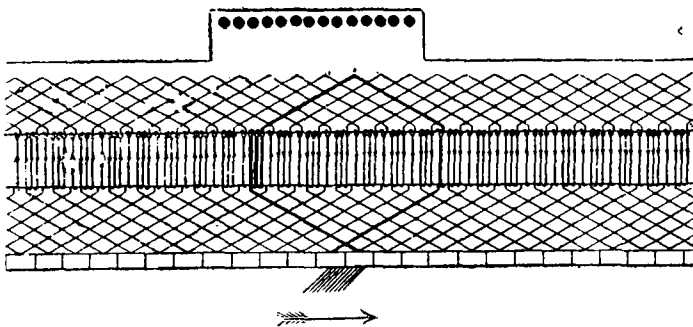


Фиг. 8.



Фиг. 9.

Фиг. 11 показываетъ, что при такой обмоткѣ реакція арматуры будетъ только усиливать дѣйствующій магнитный потокъ съ увеличеніемъ нагрузки. Сравнительно



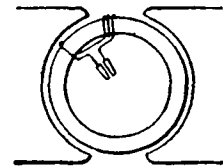
Фиг. 11.

съ обыкновенной потерей намагничивающей силы, это можетъ быть очень полезнымъ. Варьируя подобнымъ образомъ распредѣленіе элементовъ обмотки можно утилизировать реакцію арматуры или для усиленія, или

ослабленія силы поля (первое для динамо и второе для двигателей).

Резюмируя все сказанное, мы видимъ, что можно достичь хорошихъ результатовъ употребляя зубчатую арматуру и обмотку, элементы которой соединены послѣдовательно такъ, чтобы въ продолженіе большей части оборота электродвижущія силы складывались, а въ моментъ коммутациіи были обратны. Черезъ послѣдовательныя секціи, проходящія нейтральную линію, долженъ проходить токъ попеременно обратнаго направленія, вслѣдствіе чего эти секціи совершенно не будутъ вліять на магнитный потокъ. Мѣняя же расположеніе частей элемента, можно заставить токъ арматуры или увеличивать, или уменьшать намагничивающую силу, дѣйствующую въ магнитной цѣпи.

Испытанія были произведены съ зубчатой динамо Грамма, типа Манчестеръ, обмотанной, какъ показано на фиг. 8 и 9. Мощность этой динамо оказалась, при хорошемъ собираніи, на $\frac{1}{3}$ больше, чѣмъ могло бытъ получено отъ машинъ того же типа съ гладкими сердечниками якоря. Испытуемая динамо была въ 15 киловаттъ; при продолжительномъ ходѣ съ нагрузкой температура повысилась только на 14° Ц. Плотность тока въ арматурѣ была около 230 амперъ на квадратный см. Незначительность нагрѣванія, несомнѣнно, была слѣдствіемъ ооленности сердечника и отсутствія паразитныхъ токовъ въ проводникахъ. Трата на возбужденіе при полной нагрузкѣ была всего 1%. Реакція была такъ слаба, что при надлежащемъ положеніи щетокъ нельзя было по нимъ узнать, работаетъ ли машина при полной нагрузкѣ, или нѣтъ. Арматура имѣла 48 углубленій, въ каждомъ по 4 витка; коллекторъ имѣлъ 48 секторовъ; число оборотовъ 1.100 въ минуту. Машина работала какъ двигатель, и при закрѣпленныхъ щеткахъ и перемѣнной нагрузкѣ дало одинаково хорошіе результаты.



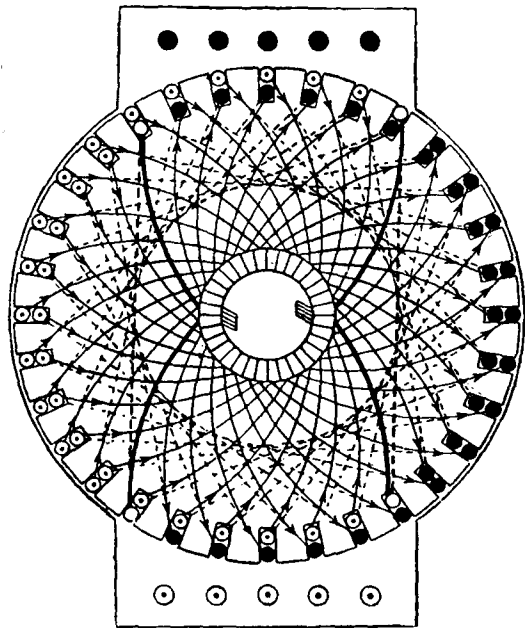
Фиг. 10.

Барабанныя арматуры.

Главное отличіе барабанныхъ арматуръ то, что въ каждомъ виткѣ обмотки могутъ образовываться двѣ обратныя электродвижущія силы. Однако, главныя соображенія применимы и къ этимъ арматурамъ такъ же, какъ и къ кольцу Грамма; нужно только такъ расположить обмотку, чтобы круги, которые представляютъ сѣченія проводниковъ арматуры, расположились въ одинаковомъ порядкѣ въ обоихъ случаяхъ.

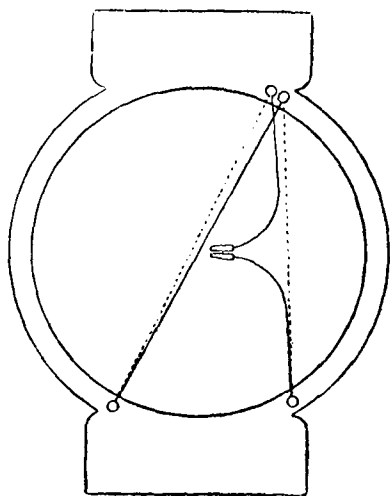
Прежде всего надо образовать элементъ, какъ и въ обмоткѣ Грамма, изъ двухъ витковъ, соединенныхъ послѣдовательно; каждый витокъ долженъ быть намотанъ, какъ обыкновенно, по діаметру, но оба они должны взаимно пересѣкаться подъ опредѣленнымъ угломъ, чтобы получилось то же самое относительное положеніе на сердечникѣ, или тѣ же самыя относительныя электровозбудительныя силы, что и въ кольцѣ Грамма. Но такъ какъ каждый витокъ имѣетъ двѣ отдѣльныя электродвижущія силы, то можно упростить дѣло, располагая обѣ половины каждого витка такъ, чтобы онѣ заняли требуемое положеніе и образовали полный элементъ. Другими словами мы можемъ навить одинъ ви-

токъ, но не по диаметру, а по такой хордѣ, чтобы двѣ его части удовлетворяли условіямъ, осуществленнымъ въ разсмотрѣнной раньше обмоткѣ кольцевой. При такой обмоткѣ и надлежащемъ соединеніи витковъ мы получимъ почти все, что мы желали. Подобная обмотка (фиг. 12) даетъ намъ условія, одинаковыя съ показанной на фиг. 8 и 9. Если же желаемъ получить условія соответственно фиг. 11, и не найдется надлежащей хорды, то можемъ употребить два витка, при надлежащей комбинаціи хордъ.



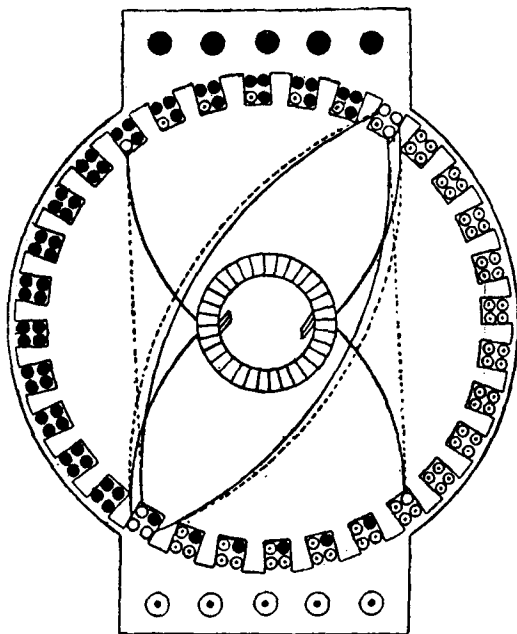
Фиг. 12.

Фиг. 12А показываетъ одинъ такой „элементъ“, состоящій изъ хорды и диаметра. Элементъ состоитъ изъ четырехъ проводниковъ. Такая обмотка цѣликомъ по-



Фиг. 12А.

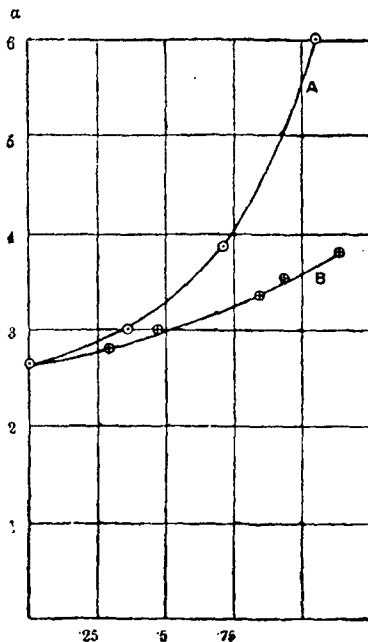
потокъ. Арматура, обмотанная по такому способу, дала прекрасные результаты.



Фиг. 12в.

Въ заключеніе можно указать на результаты, достигнутые вышеуказаннымъ измѣненіемъ зубчатыхъ барабанныхъ обмотокъ.

Для испытанія была взята новая динамо, проектированная на 15 киловаттъ при 1050 оборотахъ. Кривая А фиг. 13 показываетъ затрату на возбужденіе при раз-



Фиг. 13.

казана на фиг. 12в, гдѣ два элемента, замыкаемые щетками, обозначены сплошной чертой, а также показаны направленія тока во всей обмоткѣ. Какъ видно изъ этой фиг. проводники, находящіеся между полюсными придатками только усиливаютъ магнитный

личныхъ нагрузкахъ и при постоянныхъ скорости и числѣ вольтъ. Собираніе тока не было хорошо даже при малой нагрузкѣ; не было положенія щетокъ для собиранія тока безъ искръ, и вольты мѣнялись значи-

тельно при слабомъ передвиженіи щетокъ. Затѣмъ арматура была перевернута такъ, какъ показано на фиг. 12, при прежнемъ числѣ витковъ и площади поперечнаго сѣченія проводниковъ. При томъ же воздушномъ промежуткѣ динамо дала теперь кривую В (фиг. 13). Собираніе тока получилось превосходное; трата на возбужденіе при полной нагрузкѣ оказалась 75,5% въ амперахъ и 44% въ ваттахъ отъ прежней затраты. Измѣненіе въ вольтахъ отъ передвиженія щетокъ произошло въ 4 раза меньше прежняго. Уголъ поворота щетокъ, бывшій ранѣе при полной нагрузкѣ 67,5°, сталъ теперь 12,5°. До перевертки динамо не могла считаться даже порядочнымъ образцомъ зубчатыхъ барабанныхъ арматуръ, теперь же она оказалась болѣе, нежели удовлетворительной.

Хордовая навивка проще и дешевле обыкновенной диаметальной, хотя на первый взглядъ кажется обратное. Напримѣръ, обмотка, указанная на фиг. 12, оказалась короче той, которую она замѣнила. Ее гораздо легче размѣстить, и соединенія концовъ занимаютъ вдвое меньше мѣста. Затѣмъ, изъ фигуръ ясно, что центральное пространство остается свободнымъ, что выгодно между прочимъ для цѣлей охлажденія.

Щетки и собираніе тока.

Есть способы устроить динамомашину такъ, что она не будетъ давать искръ ни при какихъ обстоятельствахъ. Но эти способы дорого стоятъ и мы попытаемся найти болѣе дешевые.

Намъ мало извѣстно о томъ, что происходитъ въ пространствѣ около нейтральной линіи. Обыкновенно принимается, что линія наилучшаго собиранія тока зависитъ отъ обмотки арматуры, тока, силы поля, и т. п., и что для данной машины, при данной нагрузкѣ, уголъ поворота щетокъ вполнѣ определенъ, и мѣняющійся только при конструктивныхъ измѣненіяхъ динамо, напр., при увеличеніи воздушнаго промежутка или перемѣнѣ полюсныхъ наконечниковъ. Но факты показываютъ, что измѣнять линію собиранія возможно и безъ такихъ капитальныхъ передѣлокъ.

Большое вліяніе на уголъ поворота щетокъ имѣетъ, между прочимъ, количество тока, проходящаго черезъ коротко-замкнутую обмотку. Когда секціи подходятъ послѣдовательно подъ щетки и коротко замыкаются, токъ ранѣе бывшаго направленія сначала продолжается, затѣмъ падаетъ до нуля, и затѣмъ, когда секція выходитъ изъ-подъ щетки, снова идетъ уже въ обратномъ направленіи.

Изъ фиг. 14 ясно, что токъ этой коротко-замкнутой обмотки можетъ замѣтно увеличивать реакцію арматуры. Сила этого тока въ различныхъ динамо мѣняется отъ очень малаго до значительно большаго, чѣмъ рабочей токъ. Т. е. токъ въ коротко замкнутой обмоткѣ можетъ быстро или медленно падать до нуля, или увеличиваться иногда до рабочаго тока, прежде чѣмъ уменьшиться до нуля. Большіе круги на фиг. 14 обозначаютъ большой токъ въ коротко-замкнутой обмоткѣ и ясно показываютъ, какимъ образомъ онъ можетъ производить размагничивающее дѣйствіе. Опытъ показываетъ, что ослабленіемъ этого тока можно значительно уменьшить уголъ поворота щетокъ.

Токъ коротко-замкнутой обмотки можетъ быть великъ даже и въ динамо, работающих безъ искръ. Этотъ токъ вреденъ, такъ какъ причиняетъ и затрату энергіи и въ самой коротко-замкнутой обмоткѣ и въ обмоткѣ поля, которая должна быть увеличена, чтобы его компенсировать. Уменьшить токъ коротко-замкнутой обмотки можно или обратной электродвижущей силой, или сопротивле-

ніемъ; первый способъ требуетъ конструктивныхъ измѣненій.

Сопротивленіе въ соединеніяхъ обмотки съ коллекторомъ.

Для уменьшенія тока коротко-замкнутой обмотки можно ввести сопротивленіе въ какую либо часть замыкаемой цѣпи, напримѣръ, въ соединенія обмотки съ коллекторомъ. Это сопротивленіе можно сдѣлать значительнымъ сравнительно съ сопротивленіемъ коротко-замкнутой обмотки, такъ какъ оно будетъ дѣйствовать только при прохожденіи секціи черезъ щетку. Но этотъ способъ можетъ оказать вліяніе лишь на реакцію арматуры, а не на собираніе тока безъ искръ, такъ какъ для послѣдняго нужно вводить и выводить сопротивленіе постепенно, чего въ указанномъ способѣ нѣтъ. Это подтвердили и опыты.

Сопротивленіе щетокъ.

Желаемаго результата можно достигнуть надлежащимъ устройствомъ щетокъ. Обыкновенно щетка, соединяющая сегменты коллектора представляетъ небольшое сопротивление. Такъ оно и должно быть для главнаго тока, для тока же коротко-замкнутой обмотки желательно, чтобы щетка представляла большое сопротивление. Этихъ двухъ противоположныхъ цѣлей можно достигнуть, дѣлая въ щеткѣ прослойки изъ плохо проводящаго матеріала, какъ показано на фиг. 15: тогда щетка, обладая тою же способностью проводить главный токъ, въ поперечномъ направленіи будетъ имѣть большое сопротивление, и, слѣдовательно, токъ въ коротко-замкнутой обмоткѣ будетъ уменьшенъ.

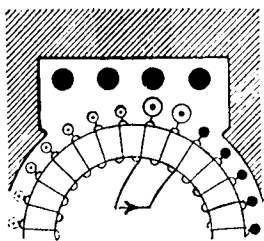
Такъ какъ искра получается при размыканіи, когда сегментъ коллектора выходитъ изъ-подъ щетки, то въ этомъ мѣстѣ можно ввести большое сопротивление, такъ, чтобы получился плохой контактъ между сегментами. Съ обратной стороны, гдѣ желательно представить току свободный входъ, можно сдѣлать хороший контактъ. На фиг. 15 показано, какъ это можно устроить.

Щетки подобнаго рода очень легко сдѣлать, напримѣръ, сложивъ вмѣстѣ пластинки угля или металлической сѣтки съ пластинками изолирующаго матеріала. Послѣднія не должны доходить до верхняго конца щетки, чтобы получился контактъ. Угольные пластинки можно слѣпить другъ съ другомъ на изолирующемъ цементѣ — получится сплошная угольная щетка. При такихъ щеткахъ уголь поворота щетокъ получился вдвое меньше, чѣмъ при обыкновенныхъ мѣдныхъ проводящихъ.

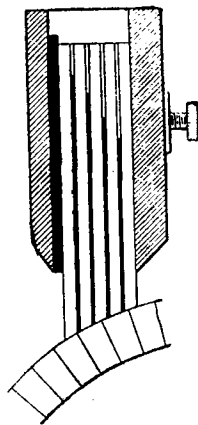
Угольные щетки были предложены въ первый разъ Форбсомъ. Хорошее дѣйствіе ихъ обязано не небольшому тренію о коллекторъ, какъ раньше думали, а скорѣе ихъ большому сопротивленію, которое производитъ выше описанныя дѣйствія. Недостатокъ угольныхъ щетокъ тотъ, что имъ нужно придавать большее поперечное сѣченіе вследствие ихъ большаго сопротивленія: при плотности тока болѣе 12—15 амперъ на квадратный см. получается сильное нагрѣваніе въ соприкасающейся поверхности. Вѣроятно, была бы возможна и большая плотность главнаго тока, если бы не было токовъ, проходящихъ поперекъ щетки. Вопросъ этотъ еще требуетъ разсмотрѣнія.

Тангенціальное дѣйствіе на проводники зубчатой арматуры.

Нѣкоторые компетентныя лица держатся того мнѣ-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

ня, что проводники зубчатых катушек испытывают тангенциальное действие от магнитного поля, а зубцы лишь удерживают их на своих местах, представляя таким образом лишь чисто механическую опору. Если это так, то необходимо заботиться о тщательной укладке проводников между выступами, чтобы от трения и ударов не попортилась изолировка, а, следовательно, и вся обмотка.

Это обстоятельство имеет большое практическое значение для инженер-электрика, которому приходится употреблять для механических частей такие плохие стойкие материалы, как гуттаперча. И право, глядя на несущий поезд, инженер-электрик не раз позавидует инженер-механику, строящему свои машины лишь из железа и стали.

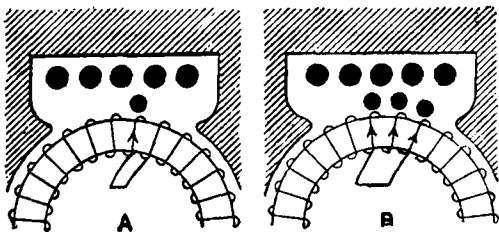
Но если проводники зубчатых катушек не испытывают тангенциального действия, то мы будем иметь дело лишь с металлическими частями, и непрочность изолировки проводников не будет представлять затруднений.

С целью выяснить этот вопрос, был произведен непосредственный опыт, по которому выяснилось, что в зубчатых катушках тангенциальное действие испытывается зубцами катушки, а не проводниками*). Выходит немного парадоксально, что без зубцов проводники нуждаются в опоре, но не имеют ее; когда же зубцы есть, то проводникам опоры совсем не нужно, так как тогда они не испытывают тангенциального действия.

Возбуждение катушки.

При отклоненных вперед щетках ток катушки противодействует полю. Но когда нет нагрузки, то может оказаться противное — ток будет помогать полю.

Рассмотрим динамо, вращающееся без нагрузки. Если щетки слегка отклонены вперед, как показано на фиг. 16 А, то ток идет через короткозамкнутую



Фиг. 16.

обмотку в таком направлении, что помогает полю. Если теперь щетка захватывает несколько сегментов, как изображено на фиг. 16 В, то ток пойдет не только по виткам, расположенных впереди нейтральной линии, но и через некоторые витки сзади нея. Для этого необходимо только, чтобы в короткозамкнутой обмотке находилось больше витков впереди нейтральной линии, чем позади; тогда электродвижущая сила первых преобладает электродвижущую силу последних, и ток пойдет через витки, находящиеся позади нейтральной линии, в направлении, обратном их электродвижущей силе. Также очевидно, что если щетка замыкает витки, находящиеся позади нейтральной линии, то пойдет размагничивающий ток, который подобным же образом может продолжаться по другую сторону нейтральной линии. Увеличение возбуждения при таких обстоятельствах может быть значительно. Было найдено, что весьма легко повысить вольты обыкновенной динамо на 20 или 25%. Можно было бы до-

стигнуть и гораздо большего увеличения, но опыту помешало чрезвычайно сильное искобразование.

Этот случай совершенно противоположен изложенному в отделе „Щетки и собирание тока“, но оба они не противоречат друг другу. В одном случае полю противодействовал рабочий ток катушки позади щетки и его продолжение в том же направлении под щеткой. Направление же тока впереди щетки всегда способствует усилению поля, что и было с током короткозамкнутой обмотки при указанных условиях.

Здесь можно привести еще один интересный опыт. При исследовании динамо Грама с подковообразным индуктором было найдено, что когда вверху была поставлена широкая щетка, получилось значительное увеличение в вольтгах, тогда как такая же щетка в нижней части дальнейшего повышения вольт не произвела.

Фиг. 17 показывает схему этого опыта. В первом случае катушка в верхней части действует на магнитную цепь L, замыкающуюся, главным образом, через железо. Внизу же линия L' проходит больше через воздух, и, следовательно, действие тока не так велико. Разница же конечно будет больше заметна в динамо с малым воздушным промежутком.

Внутренние индукторы.

Внутренние индукторы были в первый раз предложены Айртоном и Перри. У этих машин катушка и коллектор неподвижны, вращаются же щетки и индукторы. Недостаток такого устройства тот, что нельзя установить щеток при вращении динамо, к чему мы так привыкли. Но если динамо может работать без искры и со щетками, установленными неподвижно относительно поля, то это возражение против вращающихся магнитов поля исчезнет. Есть более существенный недостаток, именно: за вращающимся предметом вообще трудно иметь наблюдение.

В Европе широко распространены динамо с внутренними полюсами, при чем индукторы неподвижны. Сименс и Гальске и другие строят очень хорошие машины этого типа. Обыкновенно коллектором служит наружная часть катушки, но употребляется и обыкновенный коллектор. Обыкновенно динамо с внутренними индукторами делается большого размера, так как в малых нет достаточно места внутри для индукторов; однако этого препятствия не будет, если мы найдем средство уменьшить количество обмотки и площадь поперечного сечения индукторов.

(По „Electrician“).

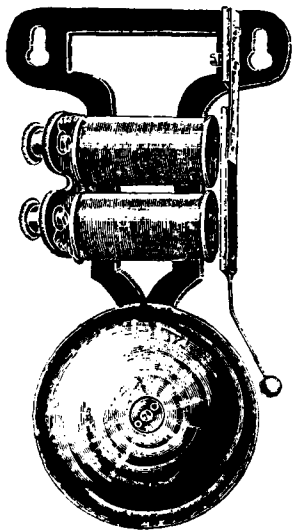
О Б З О Р Ъ.

Устройство электрических звонков фирмы Юнгханс и Колоше. Фирма Юнгханс и Колоше устраивает в настоящее время системы электрических звонков, у которых вместо обыкновенного автоматического прерывателя при каждом звонке, приспособлен один для всей системы, кото-

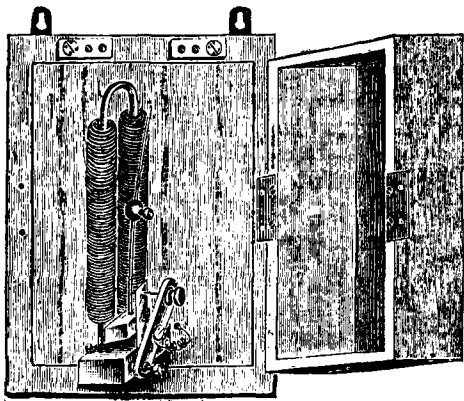
*) Опыт этот подробно описан в статье „К вопросу о зубчатых катушках“. Электричество № 6, стр. 92, 1898 г.

рый и включается въ главную цѣпь батареи *). Вслѣдствіе такого устройства конструкція звонковъ упрощается и цѣна ихъ понижается.

Благодаря же новому устройству самихъ звонковъ и болѣе спокойной работѣ прерывателя, достигается болѣе полный звукъ звонка. Всѣмъ извѣстный трескъ будильника здѣсь не такъ замѣтенъ, такъ какъ ударъ о контактъ отсутствуетъ; кромѣ того полюса вмѣсто обыкновенныхъ мѣдныхъ штифтовъ снабжены резиновыми пластинками, которыя и устраняютъ прилипаніе якоря. На фиг. 18, 19 показаны прерыватель и звонокъ.



Фиг. 18.



Фиг. 19.

Звонки доставляются большей частью безъ предохранительнаго ящика, такъ какъ нѣтъ такихъ частей, которыя бы могли легко испортиться. Продолжительность колебанія прерывателя можетъ быть легко урегулирована перестановкой шарика, виднаго на фиг. 19.

(Elektrotechnische Zeitschrift Н. 3. 1899).

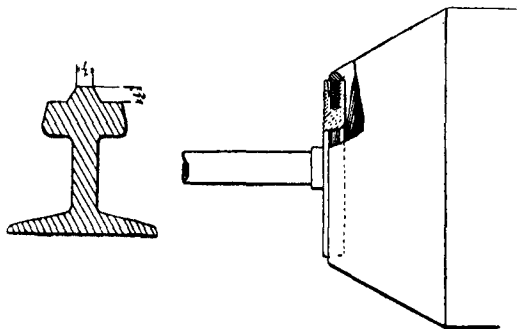
О вывѣркѣ якорей динамомашинъ. Если какое нибудь тѣло должно вращаться безъ колебаній, то оно должно быть вывѣрено, что особенно важно для якорей динамомашинъ. Такъ какъ эти якоря составлены изъ многихъ частей, то разнообразіе матеріаловъ мо-

жетъ легко вызвать нарушеніе равновѣсія, хотя бы они и были собраны весьма тщательно и казались бы глазу вполне симметричными. Изоляція можетъ быть на одномъ мѣстѣ плотнѣе или сильнѣе сжата нежели на другомъ, или же ось можетъ быть слегка изогнута натяженіемъ желѣзныхъ шайбъ. Всѣ эти причины могутъ появиться одновременно и слѣдствіемъ ихъ будетъ неравномѣрное распредѣленіе массы вокругъ оси.

Такіе неравновѣшенные якоря имѣютъ недостатки, заключающіеся въ томъ, что ихъ вращеніе сопровождается шумомъ; кромѣ того оказывается, что при колебаніяхъ якоря изоляція легко протирается, и якорь такимъ образомъ становится совершенно негоднымъ къ дальнѣйшему употребленію. Что это явленіе дѣйствительно имѣетъ мѣсто, подтверждается мастерами, которымъ приходится перематывать испорченные якоря; у такихъ испорченныхъ якорей изоляціонную бумагу и матерію возможно между пальцами растереть въ пыль, такъ какъ ихъ структура, благодаря возвышенной температурѣ и колебаніямъ совершенно разрушается. Среди техническихъ статей встрѣчались часто предложенія, какимъ образомъ производить вывѣрку якорей. Къ этимъ методамъ Ганшеть прибавляетъ еще одинъ, который по его мнѣнію еще никѣмъ не упоминался.

Возможны два случая нарушенія равновѣсія—статическое и динамическое. Возможенъ, на примѣръ, такой случай, что при испытаніи на вѣсъ якорь окажется вполне симметричнымъ, то есть будетъ статически уравновѣшеннымъ, но тѣмъ не менѣе при вращеніи можетъ оказаться вполне несимметричнымъ. Такое неравновѣшенное состояніе якорей принято, какъ извѣстно, называть динамическимъ.

У тѣхъ якорей, которые устраиваются для многополюсныхъ динамомашинъ и соотвѣтственно тому имѣютъ небольшое измѣреніе въ длину и большое въ діаметрѣ уравновѣшиваніе производится весьма простымъ статическимъ способомъ. Съ этой цѣлью якорь концами осей устанавливается на два, на одинаковой высотѣ установленныхъ и горизонтально расположенныхъ, рельса; въ этомъ положеніи якорь долженъ быть до тѣхъ



Фиг. 20.

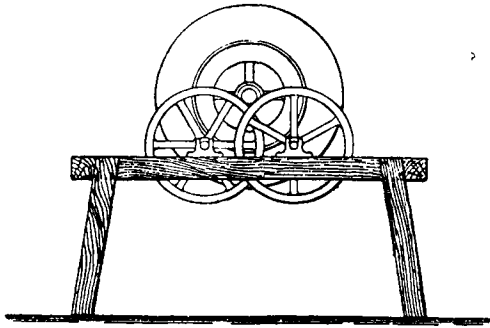
поръ вращаться, пока его центр тяжести не достигнетъ такого положенія. Вращая постепенно якорь и прикрѣпляя къ нему въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ небольшіе грузы, можно будетъ достигнуть полнѣйшаго равновѣсія. Теперь необходимо закрѣпить уравновѣшивающіе грузы къ якорю, что не такъ легко. У длинныхъ якорей съ небольшимъ діаметромъ грузъ припаивается къ бандажамъ; но въ такомъ случаѣ въ нихъ могутъ образоваться токи Фуко, которые и расплавятъ, смотря по ихъ силѣ, грузъ, который въ большинствѣ случаевъ состоитъ изъ свинца. При сильно нарушенномъ равновѣсіи этотъ методъ не можетъ быть примененъ и въ такихъ случаяхъ предпочитаютъ другой образъ дѣйствія. Къ концу якоря прикрѣпляется съ помощью шнура желѣзное кольцо и нагружается кусками свинца. При прикрѣпленіи кусковъ груза поступаютъ практичнѣе, насаживая желѣзное или вообще металлическое кольцо, къ которому прикрѣплена изоляція. Это кольцо имѣетъ на ободѣ углубленіе, въ которое и вкладывается изоли-

*) Въ виду подобнаго устройства можно вводить въ одну цѣпь вѣскольکو звонковъ послѣдовательно.

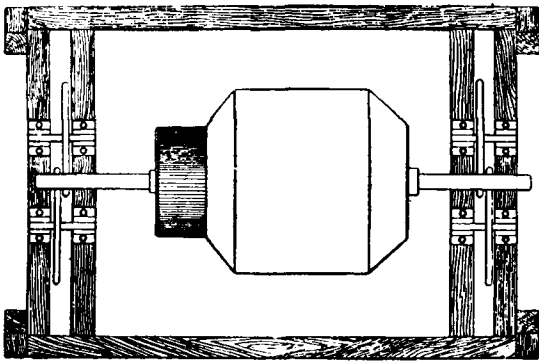
рующая материя и кромѣ того по краю рядъ дыръ предназначенныхъ для грузовъ. Дырки высверливаются на равныхъ разстояніяхъ до уравновѣшиванія, причѣмъ послѣ уравновѣшиванія заливается соответствующимъ количествомъ свинца (фиг. 20).

Вышеупомянутый способъ уравновѣшиванія при помощи горизонтально установленныхъ рельсъ не отличается особой точностью; ось якоря въ большинствѣ случаевъ обладаетъ довольно сильнымъ магнетизмомъ, такъ что прилипаетъ къ рельсамъ и не позволяетъ центру тяжести якоря достигъ чистаго положенія. Для предотвращенія этого явленія приходится покрывать рельсы не магнитнымъ металломъ, а для легкихъ якорей изготовлять рельсы изъ алюминиевой бронзы.

Авторъ предпочитаетъ накладыванію на рельсы оси якоря накладываніе ихъ на систему вращающихся колесъ (фиг. 21 и 22), которая отличается большей чувстви-



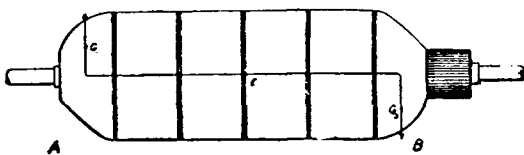
Фиг. 21.



Фиг. 22.

тельностью. Хотя затраты на подобное приспособленіе значительно выше нежели на рельсы, но большая затрата вознаграждается лучшимъ успѣхомъ.

Этимъ способомъ достигается восстановленіе статическаго равновѣсія якоря, но къ сожалѣнію одновременно имъ не достигается динамическаго. Для ясности рассмотримъ фиг. 23.



Фиг. 23.

Предположимъ, что проволока конца А имѣетъ свой центръ тяжести въ G_1 , а проволока конца В въ G_2 . Подобный якорь можетъ быть статически уравновѣшен-

нымъ. Но при его вращеніи, центробѣжныя силы сильнѣ тяжести, приложенныхъ въ G_1 и G_2 образуютъ пару силъ, которая стремится вращать якорь вокругъ точки С. Такъ какъ этому движенію мѣшаютъ подшипники, то соответствующія мѣста оси якоря прижимаются къ подшипнику и испытываютъ сильное треніе, которое и выражается въ колебаніи якоря.

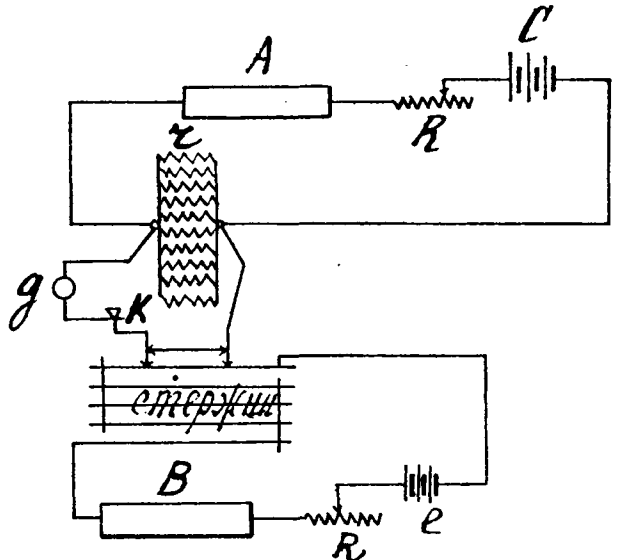
Обнаруженіе динамическаго неуравновѣшеннаго состоянія невозможно статическимъ методомъ. Въ подобныхъ случаяхъ поступаютъ нѣсколько иначе. Довольно грубый методъ состоитъ въ томъ, что якорь зажимаютъ въ токарный станокъ и вращаютъ. Если теперь держать кусокъ мѣла у цилиндрической поверхности якоря, то мѣла при полнѣйшемъ динамическомъ равновѣсіи проведетъ ненарушенную прямую линію. Колеблется же якорь, то линія, на мѣстѣ противоположащемъ частичному центру тяжести, прервется.

(D. Z. f. Elektrotechnik. Н. 2).

Проводимость алюминія. Эдвиномъ Нордбюмомъ (Northrup) продѣланы въ послѣднее время проводимыя здѣсь испытанія электропроводности нѣсколькихъ алюминиевыхъ стержней, полученныхъ отъ Pittsburg Reduction Co. Одни изъ нихъ, какъ это было отмѣчено на заводѣ, были изъ чистаго алюминія, другіе изъ сплава алюминія съ небольшимъ количествомъ мѣди.

При испытаніяхъ примѣнялся потенциометрической методъ (слегка видоизмѣненный) частью изъ-за его точности, частью же потому, что примѣнявшіеся инструменты были предварительно тщательно провѣрены авторомъ.

Фиг. 24 представляетъ расположеніе соединеній.



Фиг. 24.

Сущность этого метода состояла въ компенсациіи двухъ равныхъ потенциаловъ. Въ одной цѣпи были вѣсы Томпсона (предварительно проградированные при помощи вольтамметра), аккумуляторы, реостатъ для пониженія тока до $1/4$ ампера и 10 параллельно соединенныхъ катушекъ мостика Куинъ-Айтона (Queen Antony) по $1/10$ ома. Этотъ мостикъ былъ предварительно свѣренъ съ 10-омнымъ эталономъ Нальдера. Такъ какъ сила тока на вѣсахъ Томпсона опредѣлялась съ точностью до $1/5$ процента, а сопротивленіе до $1/10$ пром. и даже менѣе, то разность потенциаловъ была известна съ точностью почти до $1/5$ процента.

Алюминіевые стержни были соединены послѣдовательно во второй цѣпи съ другими вѣсами Томпсона, которые могли измѣрять токъ въ $2 1/2$ ампера съ точностью до $1/5$ процента.

Какъ видно на фиг., между этими цѣпами были помѣщены точный гальванометръ д'Арсонваля и ключъ К, а контакты—были помѣщены на стальныхъ стержняхъ такъ, что легко измѣняемое расстояние между ними могло точно измѣряться. Расстояние это измѣнилось до тѣхъ поръ, пока при прикосновеніи въ данныхъ точкахъ къ алюминиевымъ стержнямъ не наблюдалось болѣе отклоненія гальванометра Г. Методъ былъ достаточно точенъ, чтобы показать различныя сопротивленія даже разныхъ частей одного и того же стержня, если таковой былъ не совершенно одинаковъ по всей длинѣ. Испытаніе производилось въ комнатѣ съ почти постоянной температурой, и токъ, проходившій чрезъ стержни, поднималъ ихъ температуру (26,9°) едва замѣтно.

Диаметръ стержней измѣрялся въ нѣсколькихъ мѣстахъ микрометреннымъ приборомъ. Полученныя при этомъ проводимости были всѣ приведены къ проводимости между противоположными сторонами куба съ ребромъ въ сантиметръ и сравнены съ проводимостью такого же куба изъ чистой мѣди при 27° Ц. Результатъ умножался на 0,000001767. Въ дѣйствительности процентная проводимость различныхъ видовъ алюминія была высчитываема по формулѣ:

$$K = \frac{0,000001767 \cdot l}{0,785 \cdot 4 D^2 R}$$

гдѣ К—процентная проводимость алюминія сравнительно съ мѣдью при одной и той же температурѣ. l—расстояние въ сантиметрахъ между точками контакта алюминиевыхъ стержней, D—диаметръ стержня и К—его сопротивление между токами контакта. Конечно, это $R = \frac{l}{i}$, гдѣ i есть сила тока (2^{1/2} ампера), измѣряемая вѣсами, и l—известная разность потенциаловъ при сопротивленіи реостата.

Слѣдующая таблица даетъ результаты испытаній:

Составъ стержня.	Длина его l, необходимая для уравновѣшенія.	Поперечное сѣченіе въ кв. см.	K = въ проводимостяхъ процентахъ.
Чистый алюм.	46,10	0,13184	61,59
" "	29,00	0,08302	61,50
Съ прим. 0,75% мѣди . . .	67,75	0,1165	56,37
Чистый алюм.	67,75	0,2105	61,45
Съ прим. 0,5% мѣди *) . . .	71,73	0,2704	58,16

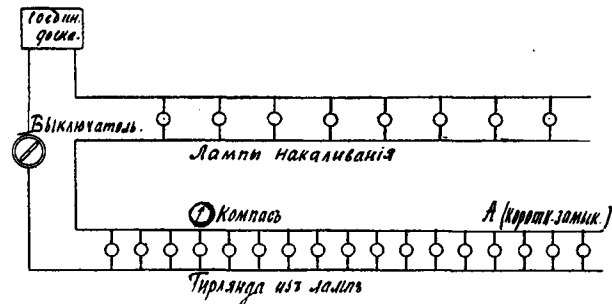
Интересно замѣтить, что примѣсъ мѣди, гораздо лучшаго вообще проводника, понижаетъ проводимость чистаго алюминія.

Авторъ считаетъ эти числа очень большими къ истиннымъ отъ которыхъ они различаются самое большее на полпроцента.

(The Electr. Review, 1103).

Одинъ изъ способовъ опредѣленія короткаго замыканія. А. Е. Доббсъ пишетъ въ Нью-Йоркскій Electrical Engineer. При приготовленіи гирлянды электрическихъ огней, которыми были украшены улицы Чикаго во время Юбилея Мира (Peace Jubilee) 16—18 октября, гирлянды эти, каждая по 100 огней, дѣлались въ длинномъ подвалѣ одного дома. При этомъ пришлось найти патронъ лампы, который производилъ короткое замыканіе. Исслѣдованіе патроновъ беретъ много времени и не всегда открываетъ мѣсто

поврежденія. Поэтому сначала думали сжечь патронъ пропусканіемъ тока изъ уличныхъ магистралей въ гирлянду, но послѣ сожженія двухъ или трехъ 150—амперныхъ предохранителей этотъ способъ былъ оставленъ. Тогда одному установщику пришла въ голову мысль воспользоваться для опредѣленія короткаго замыканія компасомъ. Онъ соединилъ линію, какъ показано на фиг. 25: именно цѣпь изъ 8 лампочекъ накаливанія



Фиг. 25.

была соединена чрезъ гирлянду съ короткимъ замыканіемъ. Затѣмъ онъ повелъ компасъ вдоль гирлянды, и стрѣлка его отклонялась подъ вліяніемъ тока до тѣхъ поръ, пока онъ не достигъ мѣста короткаго замыканія (А), гдѣ она вернулась къ своему нормальному положенію. Такой способъ дешевъ, простъ, удобенъ и можетъ принести пользу во многихъ случаяхъ.

(The El. Review № 1101).

Электрическое сопротивление разныхъ сортовъ стали. Недавно Ле-Шателье опредѣлилъ вліяніе примѣси угля, кремнія и т. п. на электрическое сопротивление стали, посредствомъ измѣреній сопротивления стальныхъ полосъ опредѣленнаго состава при нагрѣваніи ихъ въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ до 600°.

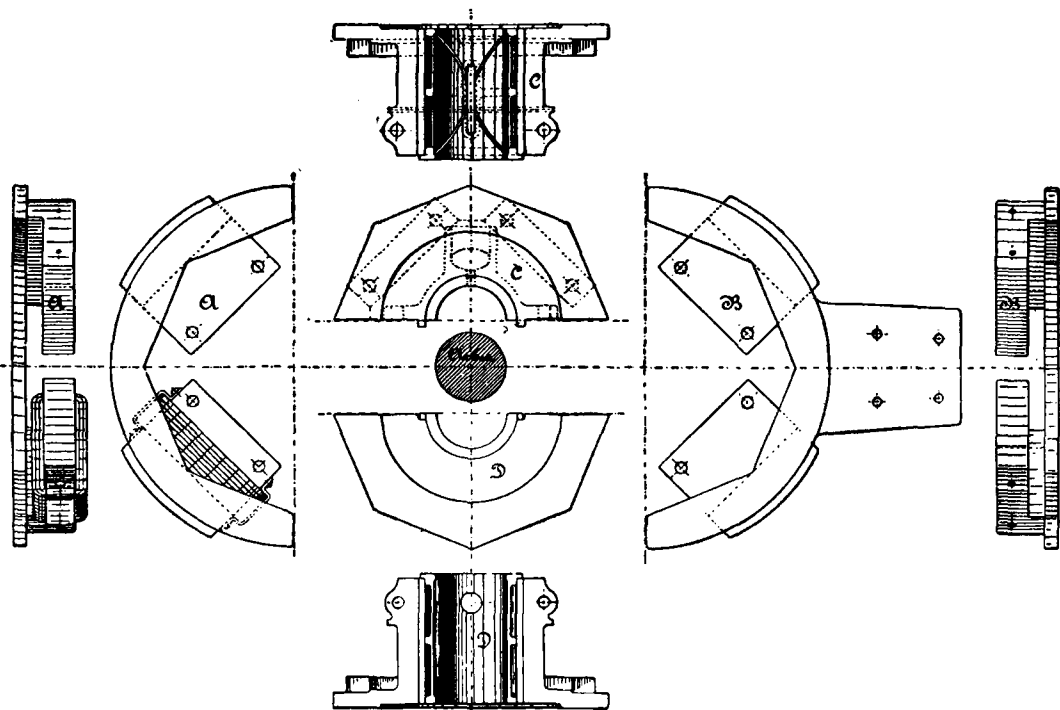
Въ стали, содержащей уголь, увеличеніе содержанія послѣдняго на 1% поднимало удѣльное сопротивленіе, т. е. сопротивление 1 куб. сант. въ микромахъ—на 7. Сталь эта получалась изъ чешуекъ чистаго желѣза или феррита, перемѣшаннаго съ карбидомъ желѣза Fe₃C или цементитомъ; удѣльныя сопротивленія этихъ составныхъ частей были найдены равными соответственно 9,5 и 45. Относительно вліянія кремнія было найдено, что примѣсъ 1% его увеличиваетъ удѣльное сопротивленіе на 14. По мнѣнію автора кремнистая сталь не содержитъ опредѣленнаго силиката FeSi₂, но она скорѣе является однородной смѣсью или аналогичной сортамъ стали, содержащимъ марганецъ или никкель, которые изоморфны съ желѣзомъ, или же содержащей кремній въ растворенномъ состояніи. Марганцовая сталь можетъ находиться въ двухъ аллотропическихъ состояніяхъ, различаемыхъ по магнитнымъ свойствамъ. Удѣльное сопротивленіе немагнитной разновидности увеличивается на 5 при увеличеніи содержанія марганца на 1%, а магнитной разновидности, получаемой изъ первой нагрѣваніемъ ея до 550° въ продолженіе 2-хъ часовъ,—на 3,5. Никкелевая сталь встрѣчается также въ двухъ видахъ, которые различаются по магнитнымъ свойствамъ и по удѣльному сопротивленію (Comptes Rendus 1889, 110, 283; 1890, 111, 445).

Послѣднее весьма сильно измѣняется не только содержаніемъ никкеля, но и отъ аллотропическаго состоянія сплава. При содержаніи никкеля менѣе 5%, увеличеніе его содержанія на 1% ведетъ за собой увеличеніе удѣльнаго сопротивленія отъ 3 до 7. Хромъ, вольфрамъ и молибденъ оказываютъ весьма незначительное вліяніе на увеличеніе сопротивленія стали и, по мнѣнію автора, это зависитъ отъ того, что они, вѣроятно, не дѣлаютъ однородной смѣси съ металломъ, но входятъ туда въ видѣ изолированныхъ составныхъ частей.

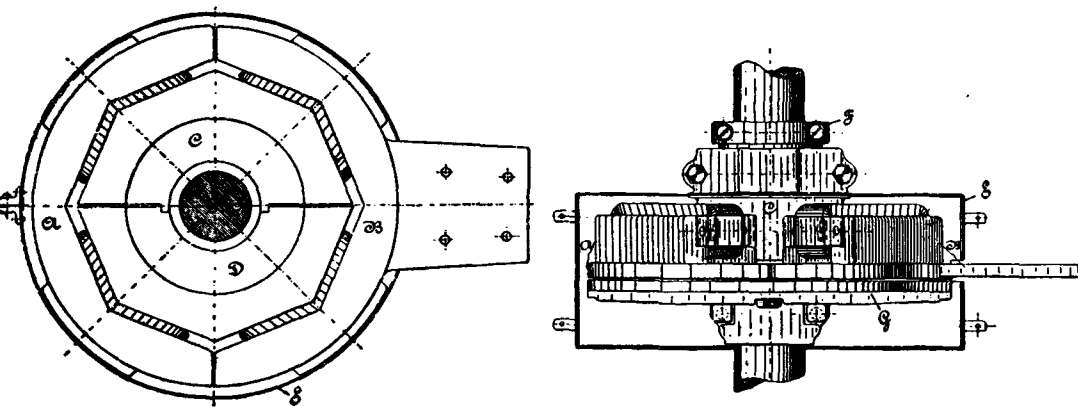
(The El. Review № 1101).

*) Для этого стержня токъ былъ выбранъ въ 0,2 ампера, для всѣхъ же другихъ—0,25 амп.

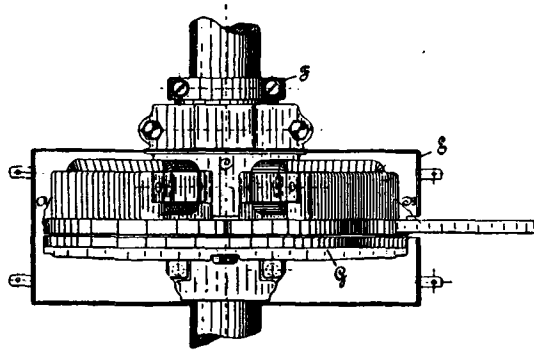
Электромагнитный тормазъ системы „Union Elektricitäts-Gesellschaft“. Устройство электромагнитнаго тормаза общества Unionъ видно на фиг. 26, 27 и 28. На фиг. 27 представлень боковой видъ магнитной системы или иначе тормазной подушки, фиг. 28 изображаетъ видъ сверху, а на фиг. 26 представлены детальныя части этой подушки.



Фиг. 26.



Фиг. 27.



Фиг. 28.

Какъ видимъ изъ фиг. 26, тормазная подушка состоитъ изъ 4-хъ отдѣльныхъ частей; части С и D заключаютъ въ себѣ надѣтый на валъ подшипникъ, на которомъ поддерживается вся подушка. Наружныя части А и В отличаются другъ отъ друга только тѣмъ, что часть В имѣетъ лапу, къ которой прикрѣпляется на болтахъ желѣзная полоса, скрѣпленная въ свою очередь съ рамой для воспрепятствованія вращенію подушки вмѣстѣ съ осью. Части А, В, С и D соединяются неразрывно между собою помощью радиальныхъ выступовъ служащихъ вмѣстѣ съ тѣмъ и катушками электромагнитовъ (с). По скрѣпленіи этихъ частей между наруж-

ной и внутренней частью образуется нѣкоторый зазоръ, какъ это видно на фиг. 27. Обмотка катушекъ ведется такъ, что наружное кольцо АВ будетъ, напримѣръ, однимъ полюсомъ, а внутреннее CD другимъ.

На оси наглухо закрѣпляются дискъ G (фиг. 28), который при торможении притягиваетъ всю эту магнитную систему, треніе кольцевыхъ полюсовъ которой и производитъ тормажение. Движеніе тормазной подушки по оси вала незначительно; надлежащее отстояніе ея отъ диска G во время хода достигается кольцомъ F (фиг. 28), наглухо насаженнымъ на валъ, и особыми пружинами, не показанными на прилагаемыхъ фигурахъ.

Для предохраненія отъ воды и грязи весь тормазъ заключенъ въ желѣзную глухую коробку съ единственнымъ отверстиемъ для пропуска проводовъ.

Тормазная подушка отливается изъ стали, а трущаяся поверхность диска изъ чугуна; при тормаженіи изнашивается, слѣдовательно, послѣдняя. Ее весьма легко замѣнить новой, даже не снимая самого диска съ оси. Промежутокъ между полюсами не сдѣланъ въ видѣ 2-хъ концентрическихъ круговъ потому, что въ этомъ случаѣ часть диска G, лежащая противъ этого промежутка, не изнашивалась бы, и со временемъ получилась бы выступъ который могъ бы помѣшать правильному соприкосновенію трущихся поверхностей.

По мѣрѣ истиранія диска G достаточно передвинуть соответственно кольцо F, чтобы привести взаимное расстояние тормазной подушки и диска къ нормальному. Истираніе весьма незначительно и колеблется въ предѣлахъ отъ 1 до 2-хъ мм. за годъ. Опыты, произведенные съ тормазомъ системы Unionъ, дали весьма хорошіе результаты: вагонъ въ 700 килгр. вѣсомъ при скорости 24 километра въ часъ былъ остановленъ на протяженіи 11,5 метра.

(Elektrotechn. Zeitschrift).