

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Экспонаты „Электрическаго Акціонернаго Общества б. Шуккертъ въ Нюрнбергѣ“ на Парижской Всемирной Выставкѣ 1900 года.

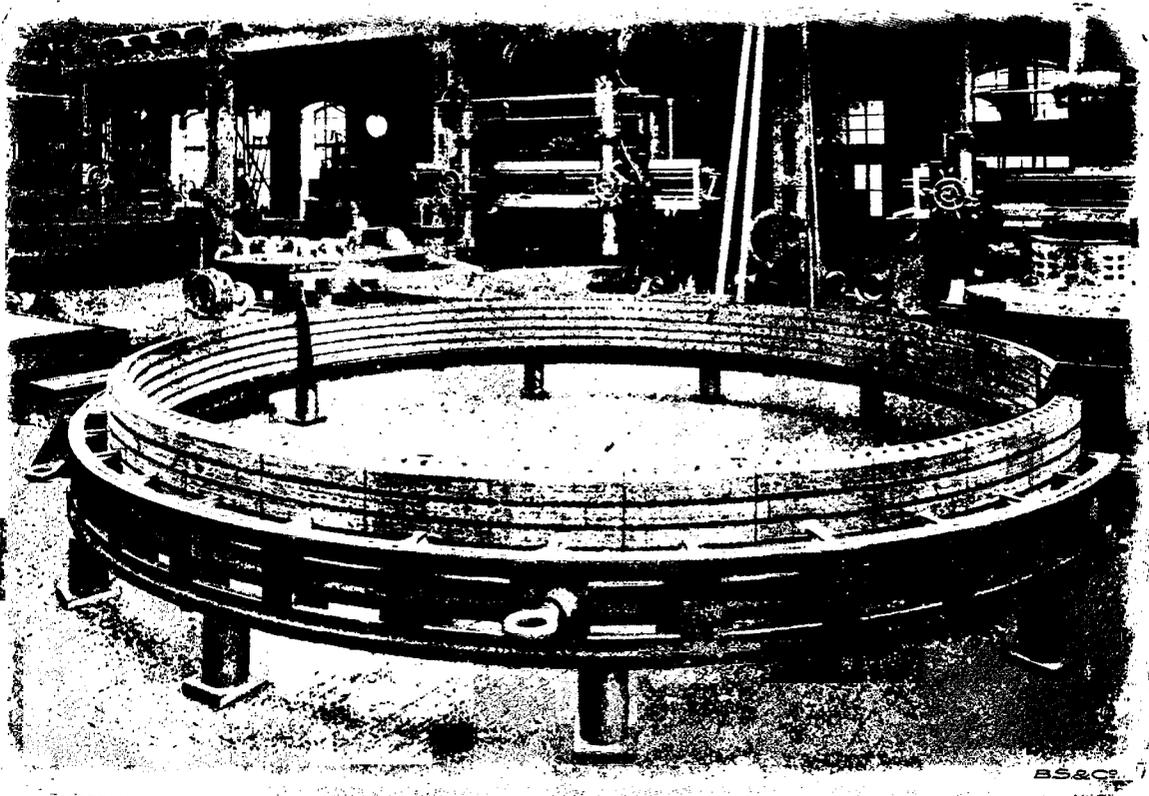
Статья инженера Александра Гофмана.

(Окончаніе *).

Выставленный трехфазный генераторъ развивать при $83\frac{1}{2}$ оборотахъ въ минуту, 850 кило-

ваттъ, соответствующихъ 98 амперамъ при 5000 вольтъ въ каждой фазѣ. Машина эта представлена на фиг. 1 — 3; изъ нихъ фиг. 1 представляетъ арматуру; 2 — магнитное колесо; а 3 — всю ма-

шину въ полномъ ея видѣ, и уже въ работѣ. Фиг. 4 представляетъ индукторъ другого трехфазнаго альтернатора въ 2400 л. с. Чугунная рама состоитъ изъ 2-хъ частей, между которыми помѣщаются пакеты листового желѣза, укрѣпленные 36 насквозь проходящими болтами. Пакеты состоятъ изъ 5 отдѣленій, разстояніе между которыми 10 мм., такъ что во время работы воздухъ, циркулирующій въ этихъ каналахъ, сильно способствуетъ охлажденію арматуры.



Фиг. 1. Арматура трехфазнаго генератора.

ваттъ, соответствующихъ 98 амперамъ при 5000 вольтъ въ каждой фазѣ. Машина эта представлена на фиг. 1 — 3; изъ нихъ фиг. 1 представляетъ арматуру; 2 — магнитное колесо; а 3 — всю ма-

шину въ полномъ ея видѣ, и уже въ работѣ. Фиг. 4 представляетъ индукторъ другого трехфазнаго альтернатора въ 2400 л. с.

Чугунная рама состоитъ изъ 2-хъ частей, между которыми помѣщаются пакеты листового желѣза, укрѣпленные 36 насквозь проходящими болтами. Пакеты состоятъ изъ 5 отдѣленій, разстояніе между которыми 10 мм., такъ что во время работы воздухъ, циркулирующій въ этихъ каналахъ, сильно способствуетъ охлажденію арматуры.

* См. Электричество, т. I., № 4.

вслѣдствіе тяжести можетъ измѣнить свой видъ, (а именно, принять форму сердца съ утонченіемъ къ низу), и для того, чтобы этого избѣгнуть, достаточно приложить въ трехъ точкахъ арматуры радіальныя силы натяженія.

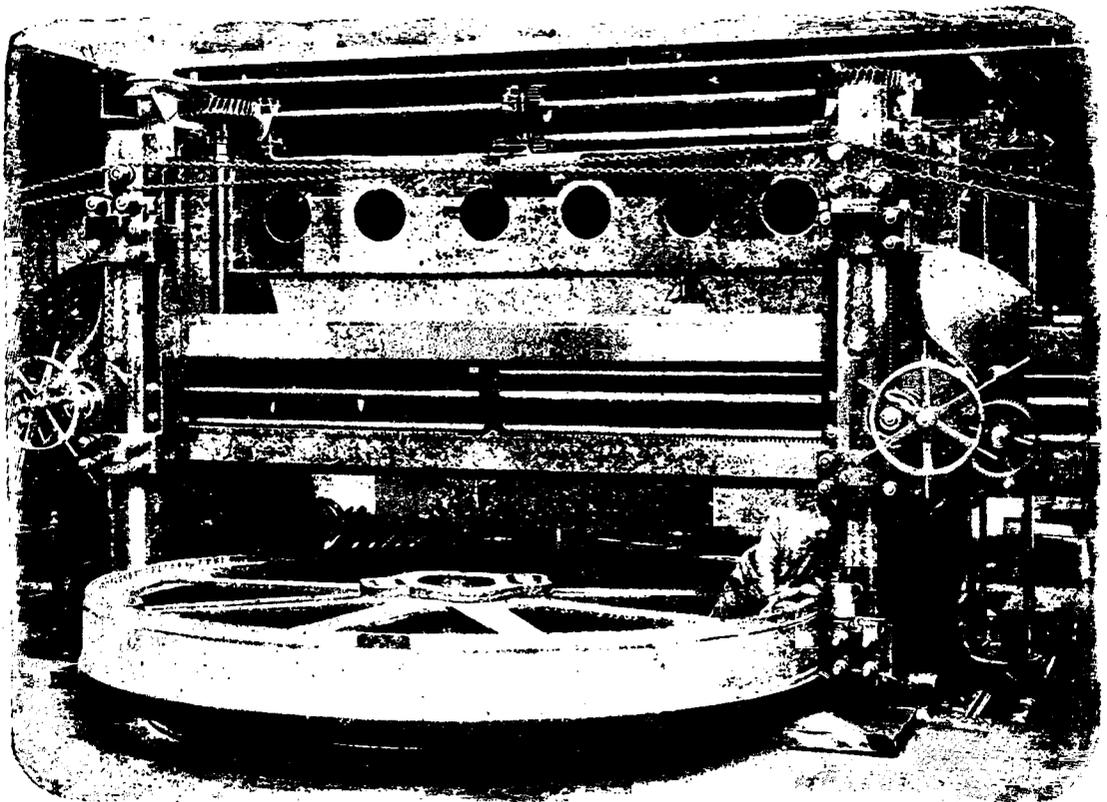
Если силы эти очень велики, то эластическая линія можетъ принять обратный видъ; чтобы это предупредить, слѣдуетъ ввести еще дальнѣйшія 3 точки приложенія силъ. Рѣшеніе этой задачи показано на фиг. 3. Шесть симметрично расположенныхъ стержней скрѣпляютъ арматуру; съ желѣзнымъ кольцомъ, которое концентрически насажено на оси. Стержни эти, которые въ дѣйствительности могутъ быть гораздо тоньше, снабжены правой и лѣвой рѣзкой, и такъ наставляются, чтобы междужелѣзное пространство было всюду одинаково.

Арматура:

Внутренній діаметръ арматуры	5500 мм.
Число вырѣзовъ	216
» » на фазу и полюсъ =	1
Въ каждомъ вырѣзѣ 10 стержней.	
Способъ соединенія обмотокъ арматуры—звѣздочкой.	
Сопrotивленіе якоря при послѣдовательномъ соединеніи всѣхъ катушекъ . . .	1 омъ.
Ширина (осевая) пакета съ 4 воздушными каналами	400 мм
Вышина его	110 мм
Междужелѣзное пространство	8 »

Магнитное колесо:

Скорость на окружности	24 метра
Число полюсовъ	72



Фиг. 2. Магнитное колесо трехфазнаго генератора.

Стальное магнитное колесо состоитъ изъ двухъ частей, соединенныхъ болтами, какъ показано на фиг. 2. Кольцо это имѣетъ два ряда по 8 спиць съ \perp тавровымъ сѣченіемъ. Самое кольцо служитъ маховикомъ.

Полюсы сдѣланы изъ стали и укрѣплены проходящими насквозь болтами. Обмотка покоится на бронзовой катушкѣ. Щеткодержатель укрѣпленъ на лѣвомъ подшипникѣ.

Электрическія данныя генератора трехфазнаго тока слѣдующія:

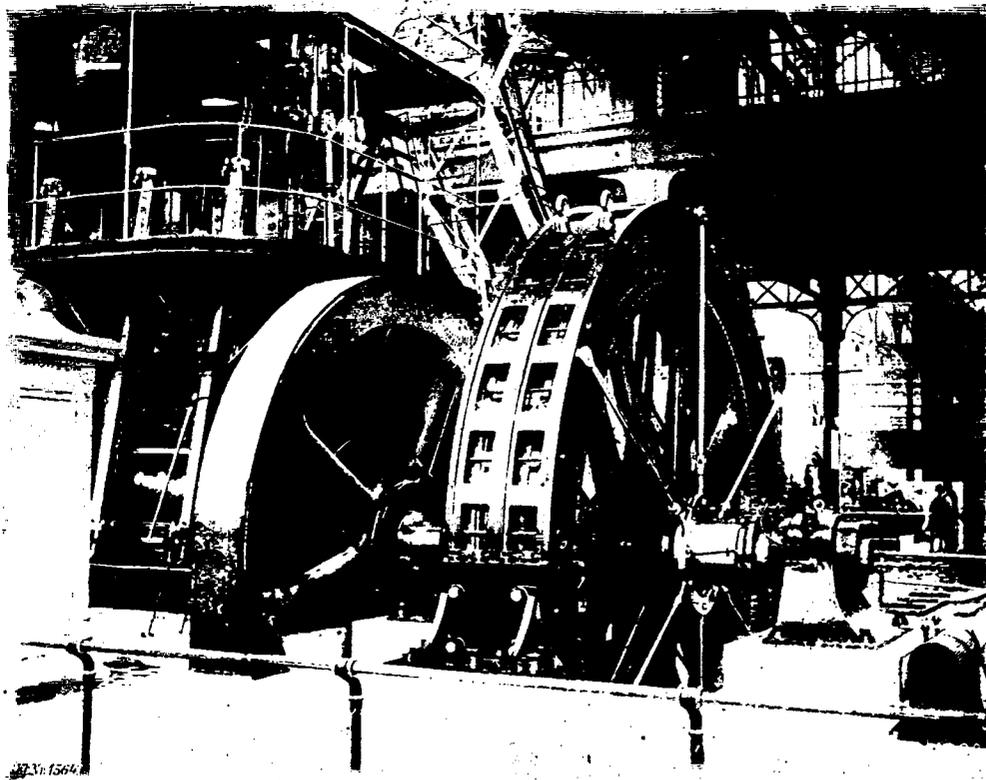
Число оборотовъ	$83\frac{1}{2}$
» перемѣнъ въ секунду	100
Сѣненіе сердечника	258,5 кв. д.
Полюсная дуга	180 мм.
Родъ обмотки—мѣдныя ленты.	
Общее сопротивленіе обм. магнит.	1,4 омъ
Напряженіе возбудит. катушекъ	220 вольт

Вѣсь отдѣльныхъ частей:

Верхняя часть арматуры	6600 кг
Нижняя » »	7750
Магнитное колесо	26150

Валь	5740 кгр.
Внутренний подшипникъ	2600 »
Внешний	1970 »

тель (фиг. 6). Приборъ этотъ комбиниранъ съ ручнымъ выключателемъ. Механическое ихъ соединеніе таково, что вторичное включеніе автомати-



Фиг. 3. Трехфазный альтернаторъ въ 1850 киловаттъ.

При испытаніи оказалось:

Работа при холостомъ ходѣ возбужденнаго генератора	19 к.в.
Потеря въ мѣди аматуры	10 »
» » магнитахъ при индукціонной нагрузкѣ	18 »
Наибольшее превышеніе надъ окружающей температурой	40°
Коэффициентъ полезнаго дѣйствія при полной нагрузкѣ	94%
Коэффициентъ полезнаго дѣйствія при половинѣ нагр.	91%

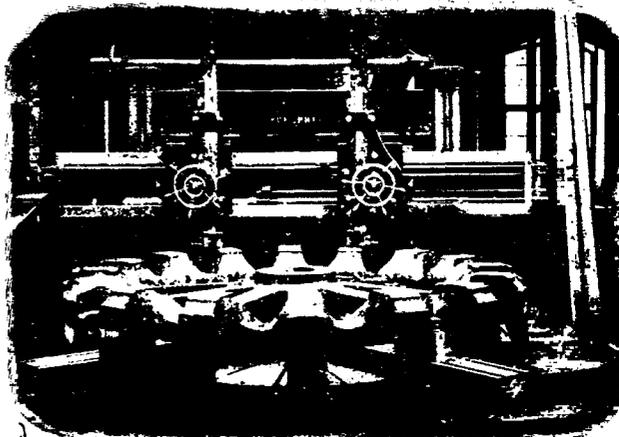
Для возбужденія генератора пользовались постояннымъ токомъ сѣти, и потому машина отдѣльнаго возбудителя не имѣла.

Всѣ нужные приборы были помѣщены на двухъ вышеупомянутыхъ изыщныхъ кіоскахъ (фиг. 5).

На одномъ изъ нихъ (для пост. тока) помѣщался вольтметръ въ 500 вольтъ и амперметръ на 1600 амперъ, равно какъ маховичекъ шунтоваго реостата. Самый-же реостатъ помѣщался въ подвальномъ этажѣ. На другой сторонѣ кіоска находились предохранители, выключатели и автоматы, а на третьей—надписи фирмы на французскомъ, нѣмецкомъ и англійскомъ языкахъ. Четвертая сторона служила дверью.

На генераторѣ постоянного тока помѣщался новый максимальный автоматическій выключа-

ческаго выключателя послѣ того, какъ онъ выпалъ изъ цѣпи, возможно только когда причина, производящая короткое замыканіе или другое поврежденіе дѣйствительно устранены. Приборъ очень



Фиг. 4. Индукторъ трехфазнаго генератора въ 2400 л. с.

чувствителенъ. Онъ функционируетъ всегда при одномъ и томъ-же токѣ*). Невѣрное обслуживаніе

*) Посредствомъ особаго винта приборъ можетъ быть поставленъ на любое количество амперъ до 2000.

прибора, напр. включение его, когда короткое замыкание еще не устранено, немислимо. Это предохраняет машину и провода от порчи.

Наряду с главным контактом, состоящим из крепких медных пружин, находится еще в выдуваемом поле второстепенный угольный контакт. Он снабжен магнитным искротушителем. При коротком замыкании искра моментально разрывается, и ток не может возрасть.

В больших трехфазных установках получают нужный для возбуждения постоянный ток посредством трехфазных преобразова-

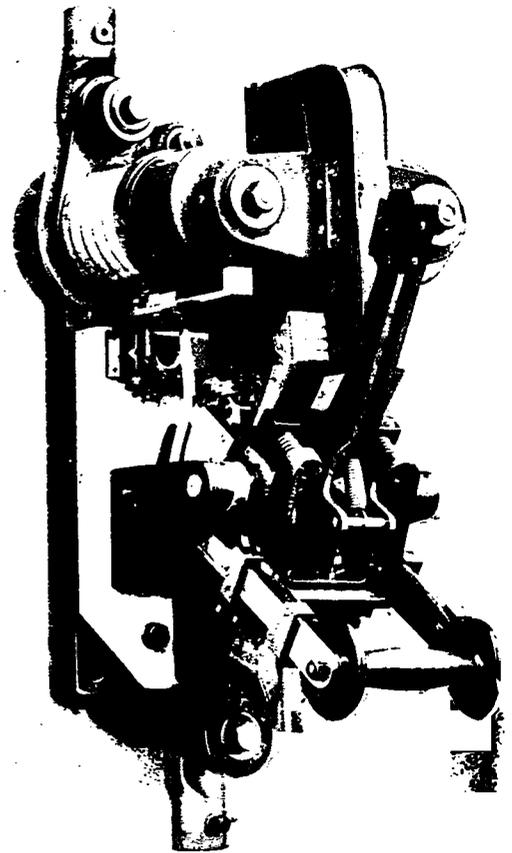
тельностью и простотой конструкции. Он состоит из целого ряда лампочек накаливания, кругообразно расположенных на мраморной доске.

Двигающаяся световая волна ясно показывает ход обих машин, и при том определенная группа ламп указывает удобный момент для параллельного включения машины.

Счетчик (фиг. 8), установленный на главной доске, указывал количество постоянного тока, израсходованного для возбуждения генераторов.



Фиг. 5. Кювекъ для трехфазнаго тока.



Фиг. 6. Автоматическій максимальный выключатель, соединенный съ ручнымъ.

телей. Преобразователи имѣютъ тоже большое применение въ лабораторіяхъ. Выставленный преобразователь былъ построенъ для лабораторныхъ цѣлей и служилъ для преобразования однофазнаго, двух- и трехфазнаго тока въ постоянный и обратно. На Выставкѣ приборъ этотъ служилъ для преобразования постоянного тока съ 220 вольтъ—въ трехфазный 135 вольтъ, для каковой цѣли былъ поставленъ еще и трансформаторъ, преобразовывавшій трехфазный токъ генератора съ 5000 въ 135 вольтъ.

Это давало тоже возможность демонстрировать публикѣ новый шуккертовскій указатель синхронизма, для чего включали параллельно въ цѣпь оба эти источника въ 135 вольтъ.

Приведенная здѣсь схема включения показываетъ принципъ этого прибора (фиг. 7).

Приборъ этотъ отличается своей цѣлесообраз-

Счетчикъ этотъ принадлежитъ къ типу счетчиковъ-двигателей, основанъ онъ на принципѣ ваттметра.

Черезъ обмотку магнитовъ безъ желѣза проходитъ главный токъ, между тѣмъ, какъ баранный якорь включенъ въ отвлѣтленіи.

Мѣдная шайба принимаетъ механическую работу, развиваемую этимъ малымъ двигателемъ. Шайба эта вращается между полюсами сильнаго магнита. Счетчикъ регистрируетъ постоянный токъ, но имъ можно съ той-же постоянной пользоваться и для переменнаго тока. Онъ регистрируетъ израсходованную дѣйствительно энергію независимо отъ разности фазъ.

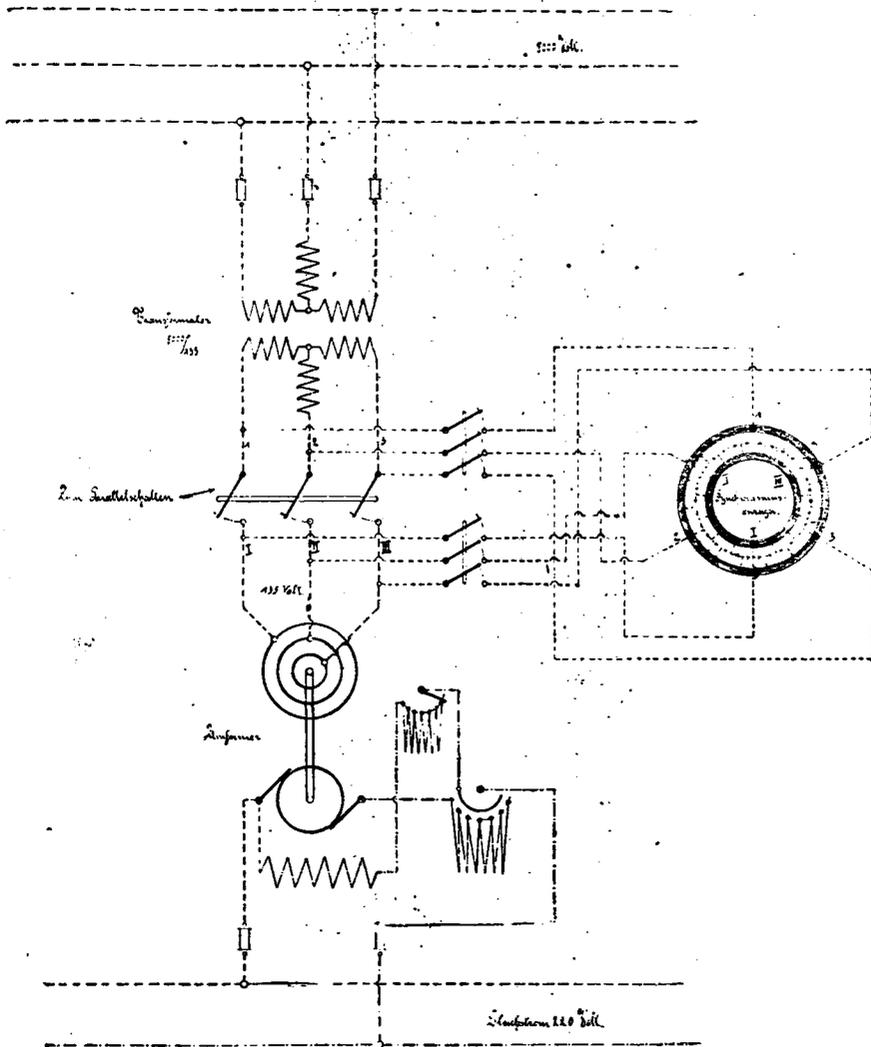
Приборъ отличается простотой своей конструкции и точностью отчетовъ. Онъ регистрируетъ уже при 0,5% нормальной нагрузки и не под-

жить никакимъ поправкамъ и измѣненіямъ, такъ какъ въ приборѣ отсутствуютъ всякаго рода измѣняющіяся силы, какъ пружины, часовые механизмы и др. Онъ слѣдуетъ всякимъ внезапнымъ колебаніямъ нагрузки въ широкихъ границахъ, какъ бываетъ при театральномъ освѣщеніи, при включеніи электродвигателей или у трамваевъ.

Новость представляетъ счетчикъ для двойного тарифа (фиг. 9 и 10).

другому механизму. Самые часы снабжены маятникомъ Гирра и электрическимъ приводомъ. Приборъ имѣетъ очень остроумныя детали, для описанія которыхъ здѣсь, къ сожалѣнію, нѣтъ мѣста.

Для трансформированія тока изъ 5000 въ 110 вольтъ были поставлены 29 шуккертовскихъ трансформаторовъ. Они принадлежали большей частью къ закрытому типу (Manteltype); они отличаются очень слабымъ паденіемъ напряженія при



Фиг. 7. Схема включения указателя синхронизма.

5000 Volt—цѣль трехфазнаго тока въ 5000 в.
 Transformator 5000/135—трансформаторъ, понижающій напряжение до 135 в.
 Zum Parallelschalten—для параллельнаго соединенія.

Umformer—преобразователь постоянн. 220 въ трехфазный токъ въ 135 в.
 Synchronismus Anzeiger—указатель синхронизма.
 Gleichstrom 220 Volt—цѣль постоянного тока въ 220 в.

Цѣль прибора въ разное время отсчитывать энергію по разнымъ тарифамъ. Счетчикъ комбинированъ для этой цѣли съ часами, имѣющими два циферблата для 12 дневныхъ и 12 ночныхъ часовъ. Двумя стрѣлками, какъ на будильникѣ, можно ограничить то время или вѣрнѣе тѣ часы, въ которые по одному или другому тарифу долженъ считать счетчикъ. Часы переставляютъ релѣ и отсчетъ происходитъ тогда по одному или

индуктивной нагрузкѣ. Фиг. 11 представляетъ рядъ такихъ трансформаторовъ.

Кромѣ упомянутаго автоматическаго максимальнаго выключателя, фирмой были выставлены: выключатель для трансформаторовъ, примѣняемый для устраненія потери энергіи въ ненагруженныхъ трансформаторахъ и еще автомат. максим. выключатель, отличающійся отъ вышеописаннаго. Оба эти прибора были уже описаны въ журналѣ

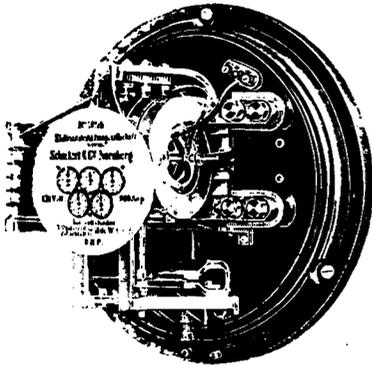
Электричество *); поэтому мы приводимъ лишь схему первого (фиг. 12) и наружный видъ второго (фиг. 13).

Изъ массы поставленныхъ двигателей обратимъ внимание на малый трехфазный двигатель въ $\frac{1}{2}$ силы для ткацкихъ станковъ, диаграмма котораго указываетъ слѣдующія данныя:

Нагрузка, въ л. с.	Обороты въ минуту.	Расходъ, въ ватт.	Расходъ, въ ампер.	Коеффициентъ п. д.	Показатель мощи.
0	1495	70	1,6	—	0,29
0,5	1412	490	2,91	75	0,88
0,65	1381	656	3,8	73	0,90

Далѣе упомянемъ тихоходный двигатель постоянного тока, модель № 9.

Двигатель этотъ предназначенъ для непосредственнаго соединенія съ печатными станками и т. п. машинами, у которыхъ, кромѣ медленнаго



Фиг. 8. Счетчикъ для постоянного и переменнаго тока.

хода, обращается вниманіе на малую осевую длину. Двигатель снабженъ послѣдовательною обмоткой, которая раздѣлена на двѣ группы, и посредствомъ контроллера можетъ быть послѣдовательно и параллельно включена въ цѣпь; такимъ образомъ двигатель получаетъ въ началѣ меньшее, а послѣ большее количество оборотовъ.

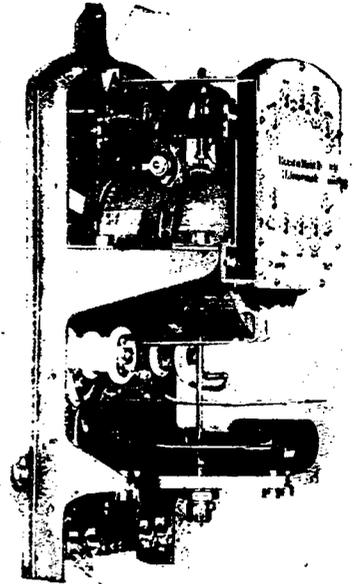
Меньшіе двигатели могутъ быть включены въ цѣпь безъ реостата, прямо двухполюснымъ выключателемъ. Коеффициентъ полезнаго дѣйствія двигателя № 5 въ 0,5 л. с. при 220 в. = 70%, а № 100 — въ 41 л. с. — 90%.

На Выставкѣ были также выставлены всемірно извѣстные шуккертовскіе прожекторы съ параболическими зеркалами; діаметръ одного 1,5 метра. Подобный прожекторъ былъ впервые выставленъ на Чикагской Выставкѣ въ 1893 году. Онъ свѣтитъ теперь при вѣздѣ въ Нью-Йоркскую гавань.

Въ германскомъ отдѣленіи для арміи и флота былъ выставленъ фирмою наибольшій прожекторъ въ мірѣ (фиг. 14). Діаметръ зеркала — 2 метра;

фокусное разстояніе — 86,9 см. Зеркало отшлифовано такъ точно, что всѣ лучи, параллельные оси, отражаясь соединяются въ фокусѣ, занимающемъ кругообразное пространство въ 2 м. діаметромъ.

Лампа горитъ при 200 ампр., — сила свѣта на большомъ разстояніи отъ лампы равняется 316 милліонамъ нормальныхъ свѣчей. Для полученія такой силы свѣта безъ помощи зеркала, пришлось бы примѣнить 20 милл. обыкновенныхъ лампочекъ накаливанія. Прожекторъ снабженъ всеми нужными приспособленіями, какъ-то электродвигателями для обслуживания его на



Фиг. 9. Счетчикъ для двойнаго тарифа.

разстояніи, механизмомъ для регулированія углей, диафрагмой и пр. Энергію прожекторъ получаетъ изъ освѣтительнаго фургона, видъ котораго даетъ намъ фиг. 15.

Во всѣхъ областяхъ электротехники фирма Шуккерта играла одну изъ видныхъ ролей.

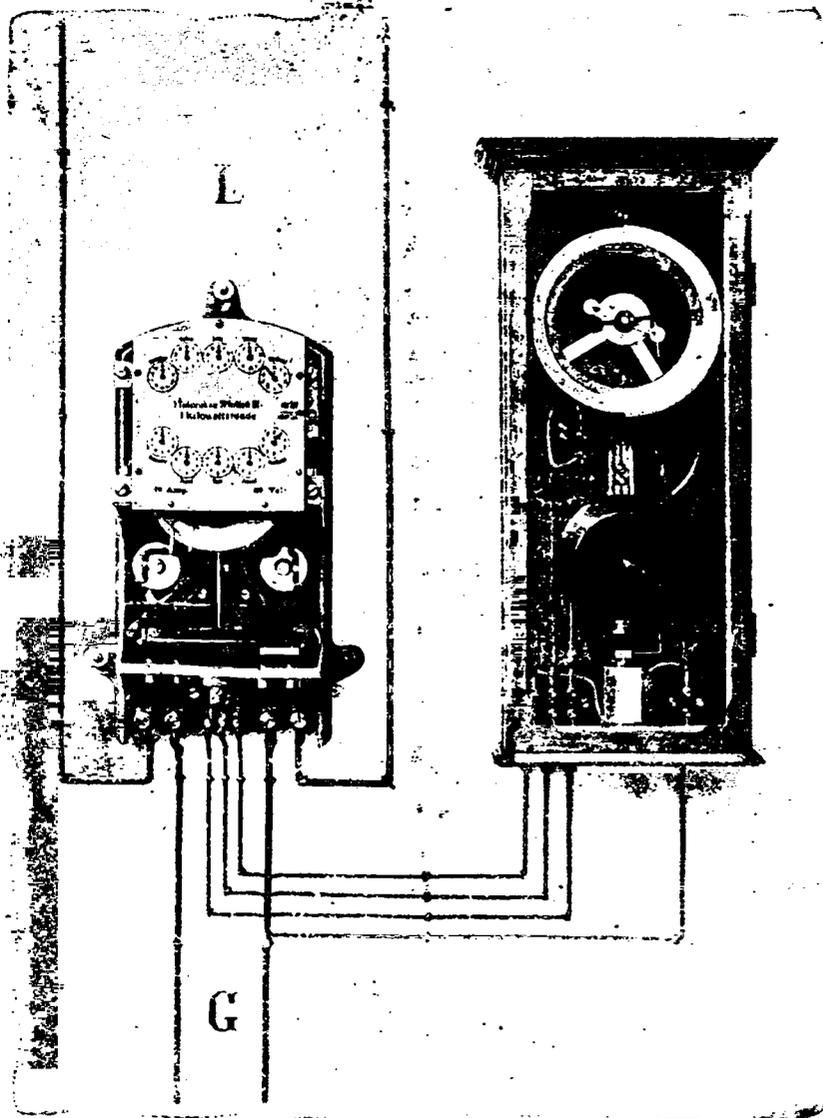
Особенно это ясно выразилось при постройкѣ центральныхъ электрическихъ станцій для освѣщенія, передачи силъ, трамваевъ и электрохимии. Такъ, фирмою Шуккертъ уже въ 1882 году была устроена на Мюнхенской Выставкѣ электрическая передача. Въ 1887 году была построена первая центральная станція въ Германіи, въ Любекѣ. За этимъ послѣдовали въ 1888 и дальнѣйшихъ годахъ Гамбургскія центральныя станціи. И за послѣднія 12 лѣтъ были построены болѣе 180 такихъ станцій. При постройкѣ станціи въ Барменѣ были впервые поставлены аккумуляторы, и впервые былъ примѣненъ извѣстный Шуккертовскій элементный коммутаторъ. И такимъ образомъ была дана возможность держать напряженіе сѣти болѣе постояннымъ, чѣмъ это было до сихъ поръ. Какъ дальнѣйшее усовершенствованіе, служить важное нововведеніе, примѣненное при постройкѣ Ганноверской станціи — трехпроводнаго

*) См. Электричество. 1901 г. № 17 — 18, стр. 258; № 5, стр. 78.

система. Здѣсь впервые было введено въ послѣдствіи такъ извѣстное раздѣленіе напряженія у аккумуляторовъ, благодаря чему уменьшалось количество нужныхъ динамо.

Какъ на чрезвычайный успѣхъ въ оборудованіи электрическихъ центральныхъ станцій можно указать на примѣненіе въ 1891 г. при станціи Алтона средняго провода голой мѣди. Городское

время это были первые преобразователи на континентѣ, находящіеся въ дѣйствительной работѣ. Первая большая установка относится къ 1893 г.— въ Будапештѣ. Въ главной станціи, вдали за городомъ, поставленъ двухфазный генераторъ высокаго напряженія. Токъ этотъ въ городѣ трансформируется посредствомъ вращающихся преобразователей въ подстанціяхъ въ постоянный



Фиг. 10. Схема соединенія счетчика съ часами. L—къ лампамъ; G—къ источнику тока.

управленіе и эксперты не хотѣли взять на себя этотъ рискъ, но фирма Шуккертъ, заранѣе увѣренная въ успѣхѣ, приняла всѣ требуемыя гарантіи. Кромѣ экономіи, этимъ достигнуты были большія упрощенія.

Уже въ 1891 г. — на электротехнической Выставкѣ въ Франкфуртѣ—фирма Шуккертъ и К^о, при установкѣ передачи силы, экспонировала вращающіеся преобразователи для преобразованія трехфазнаго тока въ постоянный. — Вращающіеся преобразователи эти теперь вещь извѣстная, въ то

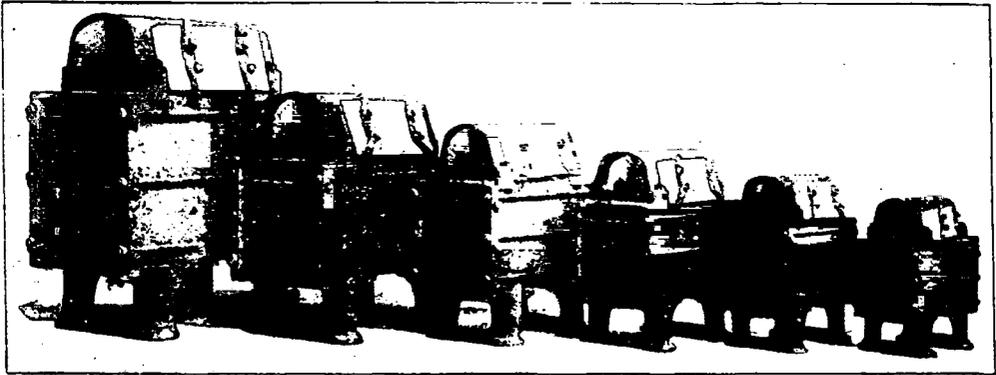
время. За этой станціей слѣдовалъ цѣлый рядъ подобныхъ большихъ установокъ.

Чтобы увеличить доходность станцій, фирма Шуккертъ стала впервые въ 1894 г. примѣнять для трамваевъ токъ отъ городскихъ центральныхъ станцій. Съ расширеніемъ распределительныхъ сѣтей и увеличеніемъ потребности въ двигательной энергіи въ промышленныхъ пунктахъ—явилась надобность передавать токъ на большія разстоянія. Это открыло доступъ переменнымъ токамъ. Фирма Шуккертъ поняла громадныя вы-

годы этого тока и посвятила свое внимание при-
мѣненію его.

Въ 1895 г.—была устроена передача силы отъ

Vezege (Франція) на разстояніи 80 километровъ
съ напряженіемъ 20000 вольтъ трехфазнаго тока.
Это тоже до сихъ поръ пока первая еще въ

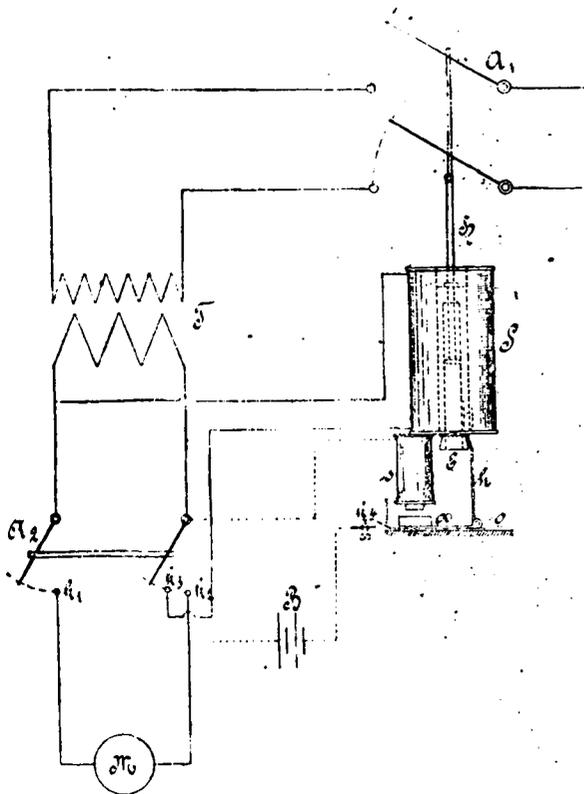


Фиг. 11.

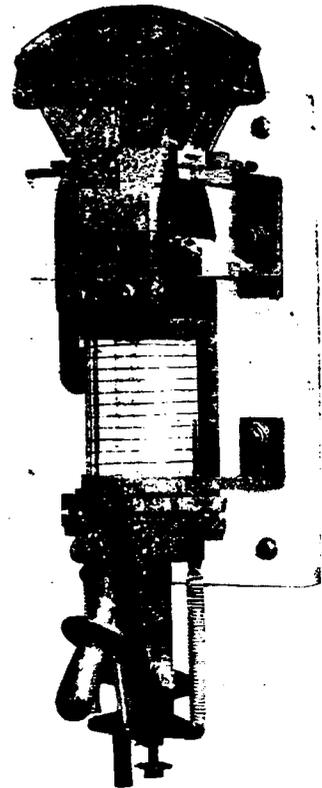
Шталлега до Донауершинга на разстояніи
26 километровъ съ трехфазнымъ токомъ въ
10000 вольтъ. Это была первая въ Европѣ уста-

Европѣ установка съ 20000 вольтъ, находящаяся
въ дѣйстви.

Въ томъ-же 1900 г.—была устроена станція въ



Фиг. 12.



Фиг. 13.

новка съ 10000 вольтъ, она дѣйствуетъ вполне
исправно до сихъ поръ. Для этой установки былъ
также поставленъ вращающійся преобразователь
въ 160 лш. с. За этой установкой слѣдовалъ
цѣлый рядъ другихъ въ 11000 и 15000 вольтъ.

Въ 1900 г.—была построена передача силы въ

Виццолъ (Верхняя Италия): были поставлены 8 ге-
нераторовъ, мощностью въ 19000 лш. с. Уста-
новка эта считается наибольшей въ Европѣ
съ трехфазнымъ токомъ. Центральная станція
города Вѣны въ полномъ размѣрѣ будетъ имѣть
48000 лш. с. Для станціи этой былъ поставленъ

цѣлый рядъ вращающихся трансформаторовъ для преобразованія трехфазнаго тока въ постоянный для трамвая и другихъ цѣлей.



Фиг. 14.

Въ 1901 г.—была окончена центральная станція въ Морбенію (Верхняя Италія), на которой были поставлены 3 машины общей мощностью

ной работѣ и производящія непосредственно 20000 вольтъ.

Въ 1899 г.— была пущена въ ходъ станція Фриденсгютте (Верхняя Селезія). Тамъ работаютъ въ числѣ другихъ генераторовъ два трехфазныхъ генератора, каждый въ 370 лощ. с., непосредственно соединенные съ 2-мя газовыми двигателями, работающими доменными газами. Генераторы работаютъ съ 100 перемѣнами въ секунду и дѣлаютъ 167 оборотовъ въ минуту. Оба генератора безъ всякихъ вспомогательныхъ приспособленій работаютъ превосходно параллельно, какъ между собою, такъ и съ другими пародинамо. Этой установкой впервые въ Европѣ рѣшена была параллельная работа подобныхъ газальтернаторовъ съ 100 перемѣнами въ секунду.

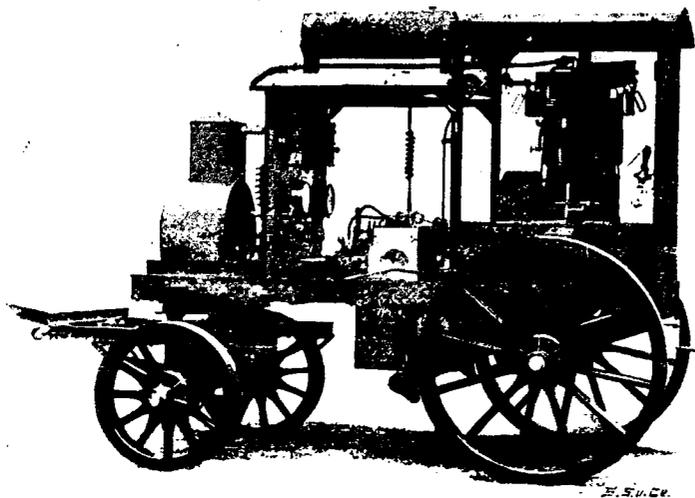
Въ практической работѣ находятся не только наибольшіе генераторы, но трансформаторы и двигатели. Среди послѣднихъ находится наибольшій въ Германіи трехфазный двигатель въ 700 лощ. с. построенный для Шенгера въ Борстендорфѣ.

Центральныхъ станцій трехфазными токами построено «Шуккертомъ»:

100 станцій общ. мощностью въ 175000 лощ. с.,			
Изъ нихъ			
24 »	каждая свыше	1000 »	»
17 »	каждая свыше	2000 »	»

Какъ-то:

Вѣна	34000 лощ. с.		
Вицолла	19000	{ »	»
Мюнхенъ	12000	»	»
Гафслундъ	7500	»	»
Морбенію	7000	»	»
Ганноверъ	6500	»	»
Карфагенъ	5200	»	»



Фиг. 15.

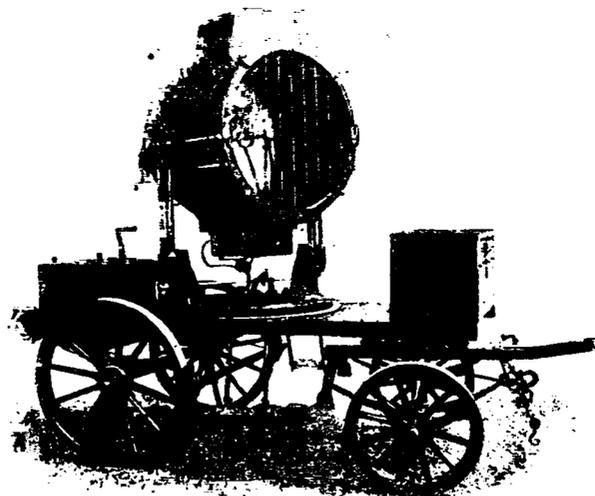
въ 7000 лощ. силъ. Генераторы эти также первыя машины въ Европѣ, находящіяся въ постоян-

Нюрнбергъ	4500	»	»
Будапешть	4300	»	»

Гамбургъ	4200	лош. с.
Кенигсгютте	3600	» »
Кельнъ	3300	» »
Майнцъ	3000	» »
Штуттгартъ	2900	» »
Дюссельдорфъ	2800	» »

Виццола въ Ломбардіи	5000	л. с.
Гампель на Лонцѣ въ Валлисъ	6000	» »
Берга при Барцелонѣ	2500	» »

и т. д.



Фиг. 16. Перевозный прожекторъ.

Бергамо	2700	лош. с.
Дронтгеймъ	2500	» »
Вецеръ	2200	» »

Какъ уже упомянуто выше, электрической тягѣ фирма Шуккертъ посвящала должное вниманіе. Первая подобная установка относится еще къ 1887 г.—промышленная дорога въ Розенгеймѣ, въ 1886 г. послѣдовало открытіе дороги Мюнхенъ-Швабингъ.

За послѣднія 6 лѣтъ фирмою Шуккертъ построено 890 километровъ пути съ 1200 вагоновъ-двигателей. Въ большихъ городахъ, въ которыхъ вслѣдствіе эстетическихъ соображеній воздушная проводка непримѣнима, Шуккертъ строитъ трамваи съ поверхностными контактами особой патентованной системы.

Кромѣ устройства центральныхъ станцій, трамваевъ и пр. фирма Шуккертъ обратила свое вниманіе и дѣятельность на электрохимию: для обработки хлора, хлорнокислыхъ солей (chlorsäure Salzen), кальція-карбида и пр. Всѣ способы обработки большей частью патентованы. Изъ такихъ большихъ установокъ упомянемъ:

Заводы Общества «Электронъ» въ Биттерфельдѣ и Грисгеймѣ	4500	л. с.
Заводы химическаго общества въ La Motte возлѣ Компьена на	1600	» »
Гавелундъ—въ Норвегіи съ утилизацией водопада въ	20000	» »
Яйчѣ въ Босніи	8500	» »
Фликсъ въ Испаніи	2100	» »

ОБЗОРЪ.

Нѣкоторые приемы для предварительнаго подсчета расхода электрической энергіи при проектированіи городскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Предварительный подсчетъ расхода электрической энергіи не можетъ дать вполне надежныхъ результатовъ, такъ какъ извѣстные факторы, отъ которыхъ зависитъ число потребныхъ ваттъ-часовъ (опытность лица управляющаго вагономъ, наплывъ пассажировъ, размѣръ уличнаго движенія и содержанія въ исправности подвижнаго состава и пути) не могутъ быть заранее точно опредѣлены.

Хорошимъ подспорьемъ при расчетѣ служатъ данныя, полученныя изъ практики на дѣйствующихъ уже дорогахъ. Особенная точность въ предварительномъ вычисленіи требуется, конечно, въ тѣхъ случаяхъ, когда опредѣленная величина расхода энергіи въ теченіе продолжительнаго періода гарантируется уплатою крупной неустойки; между тѣмъ, обычные приемы подсчета являются въ данномъ случаѣ далеко не отвѣчающими цѣли, такъ какъ два имѣющихъ огромное значеніе при этомъ фактора, число остановокъ и скорость—совершенно не принимаются во вниманіе.

Затрачиваемая при движеніи вагона или поѣзда на извѣстномъ протяженіи работа расходуетъ на:

- 1) преодоленія тренія колесъ по рельсамъ, осей и зубчатыхъ колесъ;

- 2) преодоленіе сопротивленія воздуха;
- 3) поднятіе вагоновъ на подъемахъ;
- 4) исполненіе количества работы, уничтожаемой тормажениемъ при остановкѣ вагоновъ.

1. Треніе. Произведенные для вычисленія величины сопротивленія движенію отъ тренія опыты заключались въ томъ, что вагону, обладавшему скоростью въ 1—2 метра въ секунду давали катиться (безъ подведенія тока конечно) до полной остановки, причемъ сопротивленіе воздушной среды вслѣдствіе

ничтожной скорости принималось практически равным нулю. Многочисленные опыты показали, что скорость движения убывает при этом пропорционально времени, т. е. что мы имеем случай равномерно замедленного движения, так что, если вагонъ остановился пройдя l метровъ въ теченіе t секундъ, то начальная скорость его

$$v = 2 \cdot \frac{l}{t}$$

При такой скорости живая сила, приходящаяся на каждую тонну движущагося вагона, будетъ въ начальный моментъ равна

$$\frac{1000 \cdot v^2}{g \cdot z} = 200 \cdot \frac{l^2}{t^2}, \text{ если } g = 10, \text{ и}$$

ставить значеніе t изъ предыдущей формулы. Мощность эта и расходуется на продолженіе тренія на протяженіи l метровъ, такъ что, если величина этого сопротивленія въ килограммахъ на каждую тонну обозначимъ черезъ k , то

$$200 \cdot \frac{l^2}{t^2} = k \cdot l, \text{ откуда } k = 200 \cdot \frac{l}{t^2}$$

Несмотря на всю простоту опытовъ, послѣдніе при пользованіи хорошимъ хронометромъ даютъ весьма надежные результаты. На основаніи цѣлаго ряда опытовъ съ принятіемъ во вниманіе состоянія пути и ухода за двигателями величина сопротивленія дѣйствию тренія (K) можетъ быть при предварительномъ подсчетѣ принимаема:

А. для прицѣпныхъ вагоновъ и той части вѣса вагона-двигателя, которая падаетъ на неприводимыя непосредственно въ движеніе оси:

1) $R = 1-1,3$ килогр. на тонну при чистомъ преимущественно ровномъ рельсовомъ пути, безъ постороняго на немъ движенія, продолженномъ по асфальтированному или хорошо замощенному улицамъ (напр. г. Берлинъ);

2) $R = 1,3-2$ при умѣренной чистотѣ пути, проходящаго отчасти по замощеннымъ улицамъ, отчасти по шоссе;

3) $R = 2-5$ при грязномъ пути, идущемъ преимущественно по пробѣжимъ (столбовымъ) дорогамъ; В. для части вѣса вагона-двигателя, падающей на приводимыя непосредственно во вращеніе оси:

1) $R = 2,8-3,1$ кил. на тонну при тѣхъ же условіяхъ, что и въ A_1 —и хорошемъ уходѣ;

2) $R = 3,1-3,8$ при условіяхъ въ A_2 ;

3) $R = 3,8-6,8$ при условіяхъ A_3 и худомъ уходѣ.

II. Сопротивленіе воздуха. Для нормальнаго типа вагоновъ—можно принять поверхность F , подверженную дѣйствию вѣтра равной 7, а для прицѣпныхъ—2,5 квадрат. метра.

Такъ какъ по „Hütte“ давленіе вѣтра въ килогр. на кв. метрѣ

$$P = 0,12248 Fv^2, \text{ гдѣ } v \text{—скорость}$$

въ метрахъ въ секунду, то если t дано въ километрахъ въ часъ, давленіе вѣтра для вагона-двигателя будетъ равно

$$7,0 \cdot 12248 \cdot \left(\frac{v \cdot 1000}{3600} \right)^2 \text{ кил. или}$$

$$\text{приблиз. } 0,06 v^2 \text{ килогр.,}$$

а для прицѣпнаго

$$2,5 \cdot 0,12248 \left(\frac{v \cdot 1000}{3600} \right)^2 \text{ килогр., или}$$

$$\text{около } 0,023 v^2 \text{ кил.}$$

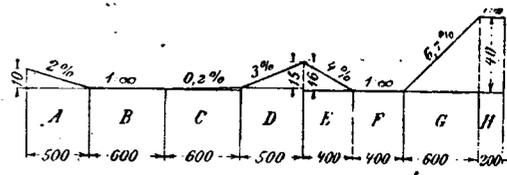
На основаніи этихъ формулъ составлена слѣдующая табличка:

Скорость въ килом. въ сек.	Давленіе вѣтра для:	
	вагона-двигателя.	прицѣпнаго.
4	0,06	0,37
6	2,16	0,83
8	3,84	1,47
10	6,0	2,30
12	8,65	3,32
14	11,75	4,50
16	15,33	5,88
18	19,45	7,45
20	24,0	9,20
22	29,0	11,10
24	34,55	13,25
26	40,50	15,53
28	47,0	18,02
30	54,0	20,70
35	73,5	28,20
40	96,0	36,80
50	150,0	57,50

Понятно, что при расчетѣ слѣдуетъ брать скорость ни въ коемъ случаѣ не меньшей, чѣмъ она можетъ быть на практикѣ, такъ какъ измѣненіе v весьма сильно вліяетъ на величину сопротивленія, зависящую отъ квадрата v .

III. Подъемы. При такомъ подъемѣ пути, тангенсъ угла котораго меньше коэффициента общаго сопротивленія (тренія) (начиная обыкновенно съ подъема въ 0,6%) можно принять, что повышенная затрата работы при движеніи въ одномъ направленіи вознаграждается уменьшеніемъ ея при обратной ѣздѣ по уклону, и слѣдовательно, подобные участки пути съ подъемомъ не превышающемъ 0,6% разсматриваются при расчетѣ, какъ горизонтальные. При большемъ подъемѣ на обратной ѣздѣ по уклону тока не расходуется. При вычисленіи поступаютъ (за исключеніемъ упомянутыхъ участковъ) слѣдующимъ образомъ.

Пусть фиг. 17 изображаетъ профиль пути. Длина горизонтальнаго пути слагается изъ участковъ $V + C + F + H$, длиною всего въ 1800 метровъ, а общее протяженіе всѣхъ подъемовъ $A + D + E + G$ равно 2000 метрамъ съ общей разностью высотъ въ 81 метрѣ. Общая затрачиваемая работа при каждомъ двойномъ рейсѣ туда и обратно составитъ изъ



Фиг. 17.

работы, потребной для преодоленія тренія и сопротивленія воздуха на протяженіи $2 \cdot 1800 + 2000 = 5600$ метр. и для подъема вагоновъ на высоту 81 метр. Величина послѣдней соответствуетъ произведенію изъ вѣса всѣхъ вагоновъ на высоту подъема.

IV. Тормаженіе. Тормаженіемъ уничтожается живая сила, равная $\frac{Mv^2}{2}$, гдѣ M —общая масса, а v —скорость, съ которой не подвергшійся тормаженію вагонъ прошелъ бы мѣсто окончательной остановки. Если мы сопротивленіе при ѣздѣ обозначимъ черезъ K , то $\frac{Mv^2}{2} = K \cdot L$, $L = \frac{Mv^2}{2K}$, гдѣ L —протяженіе пройденнаго при тормаженіи пути предполагается въ метрахъ, v —въ метрахъ въ секунду, и K —въ килограммахъ.

Потеря энергіи вслѣдствіе тормаженія зависитъ

болѣе всего отъ вниманія и навыка рабочаго персонала.

V. Полезное дѣйствіе двигателей. Такъ какъ при троганіи съ мѣста электродвигатели развиваютъ гораздо большую силу, чѣмъ на ходу, то понятно, что общій коэффициентъ полезнаго дѣйствія, принимаемый обыкновенно равнымъ приблизительно 80%, весьма измѣняется въ зависимости отъ качества пути, средней скорости и числа остановокъ. Величина его можетъ быть повышена путемъ постепеннаго и параллельнаго соединенія двигателей, а также примѣняемъ такъ называемаго шунтированія. При средней скорости движенія въ 12 килом. въ 1 часъ и 4 остановкахъ на километр, общій к. п. д. былъ определенъ въ 59—60%. Въ приводимыхъ табличкахъ, составленныхъ на основаніи ряда опытовъ обозначаютъ:

V —среднюю скорость движенія, въ километрахъ въ часъ, между крайними пунктами линіи l ,
 v_1 —среднюю скорость между пунктами остановокъ, въ кил.—час.,
 v_2 —высшую достигаемую скорость въ метр.—сек.;
 v_3 —конечную скорость въ метр.—сек. при подхождѣ къ пунктамъ остановокъ;
 v_4 —скорость, въ кил.—час.,—принимаемую въ расчетъ при вычисленіи сопротивленія воздуха;
 t_1 —время въ секундахъ, коимъ располагаютъ при прохожденіи участка пути между двумя пунктами остановокъ;
 t_2 —время стоянки, въ секундахъ;
 t_3 —время пробѣга каждаго участка за вычетомъ времени стоянки, въ секундахъ;
 Z —число остановокъ на протяженіи 1 километра;
 z —длина каждаго участка, въ метрахъ.

$V = 10.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
3	120	13	107	11,2	3,9	2,8	13	333
4	90	12	78	11,6	4,2	3	14	250
5	70	11	59	12,2	4,5	3,3	15	200
6	60	10	50	12,0	5	3,9	17	167

$V = 12.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
3	100	11	89	13,5	4,4	3,3	15	333
4	75	10	65	13,8	4,7	3,6	16	250
5	60	9	51	14,1	5,1	4,0	17	200
6	50	8	42	14,8	5,7	4,5	19	167

$V = 14.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
3	86	11	75	16,0	5,7	3,9	18,5	333
4	64	10	54	16,7	5,9	4,4	20,0	250
5	51	9	42	17,2	6,4	5,1	22,0	200
6	43	8	35	17,2	7,0	5,8	24,0	167

$V = 16.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
2	112	11	101	17,8	6,1	4,4	20,5	500
3	75	10	65	18,5	6,5	5,5	22,0	333
4	56	9	47	19,2	7,0	5,6	24,0	250
5	45	8	37	19,4	7,6	6,4	26,0	200

$V = 18.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
2	100	11	89	20,2	6,7	5,0	23,0	500
3	67	10	57	21,1	7,5	5,8	25,5	333
4	50	9	42	21,4	8,3	6,8	28,5	250

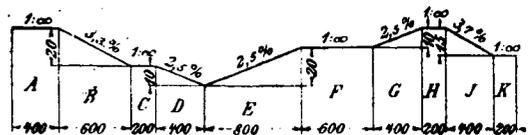
$V = 20.$

Z	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	v_3	v_4	z
1	180	12	168	21,4	6,7	5,6	23,0	1000
2	90	11	79	22,8	7,8	6,1	26,5	500
3	60	10	50	24,0	9,7	7,8	33,0	333

Для вагоновъ съ двумя электродвигателями можно принять общій к. п. д. равнымъ 57—78%, причемъ болѣе точное значеніе его можетъ быть получено лишь путемъ довольно длинныхъ вычисленій, разлагая общую работу на двѣ части, изъ коихъ одна расходуется въ періодъ включенія электродвигателя (троганія съ мѣста), а вторая—на ходу. Впрочемъ, вычисленія эти, по мнѣнію автора статьи, не оправдываютъ затрачиваемаго труда; подробный подсчетъ является целесообразнымъ лишь для горныхъ или ширококолейныхъ желѣзныхъ дорогъ.

Приводимый ниже примѣръ поясняетъ предлагаемый методъ расчета.

Профиль проектируемаго пути изображенъ на фиг. 18. Средняя скорость движенія 14 кил.—час.; на



Фиг. 18.

протяженіи 1 километра имѣются четыре остановки.

Къ каждому вагону-двигателю прицѣпляется еще вагонъ; всѣмъ перваго безъ нагрузки 8 тоннъ, втораго—3 тонны, а при средней нагрузкѣ соответственно 9,5 и 4,5 тоннъ.

Путь пролегаетъ частью по замощеннымъ улицамъ, болѣеюй же частью по шоссеиной дорогѣ. Горизонтальная часть пути имѣетъ протяженіе $A + C + F + H + K = 1600$ метрамъ, наклонная—

$V + D + E + G + I = 2600$ метр. съ общей разностью высот $= 20 + 10 + 20 + 10 + 15 = 75$ метр. — Таким образом, при каждом двойном рейсѣ энергія двигателей, затрачиваемая на преодоленіе сопротивленій и уничтожаемая тормажениемъ, расходуется всего на протяженіи $2 \times 1600 + 2600 = 5800$ метр.

Число всѣхъ остановокъ $= 5,8 \times 4 = 23,2$.
Согласно приведеннымъ цифрамъ, сопротивление тренію вагона-двигателя равно $9,5,3,8 = 36$ килогр. прицѣпного $4,5 \cdot 2 = 9$.

Итого . 45 килогр.

На преодоленіе трения на протяженіи 5800 метровъ расходуется, слѣдовательно, работа въ $45 \cdot 5800 = 261000$ килограммометровъ (1).

По таблицѣ для $V = 14$ сопротивление воздуха соответствуетъ скорости въ $v = 20$ кил.-час.,

такъ что давленіе вѣтра для обоихъ вагоновъ равно

$$(0,06 + 0,023) \cdot v^2 = 33,2 \text{ килогр.}$$

и работа, затрачиваемая на протяженіи 5800 метр., выразится черезъ

$$33,2 \cdot 5800 = 193000 \text{ килогр.-метр. (2).}$$

Работа, расходуемая на подъемахъ, при общемъ вѣсѣ обоихъ вагоновъ въ 14 тоннъ, составитъ

$$1400 \cdot 75 = 1.050000 \text{ килогр.-метр. (3).}$$

Потеря энергіи при тормаженіи на каждой изъ остановокъ соответствуетъ по упомянутой таблицѣ скорости $v = 4,4$ метра въ секунду, такъ что величина, теряемой при каждомъ рейсѣ работы составитъ

$$33,2 \cdot \frac{1400}{10} \cdot \frac{v^2}{2} = 314000 \text{ килогр.-метр. (4).}$$

Складывая найденныя 4 значенія, получимъ, что работа, отдаваемая электродвигателями, должна равняться 1.818000 килогр.-метр., а такъ какъ каждому ваттъ-часу соответствуетъ круглымъ счетомъ 366 килогр.-метр., то принимая к. п. д. равнымъ 62% , найдемъ что всего потребно 8020 ваттъ-часовъ или $8020 : 8,4 = 955$ ваттъ-часовъ на каждый километръ пробѣга для одного поѣзда.

Упомянемъ въ заключеніе, что на построенной прошлымъ лѣтомъ обществомъ „Унионъ“ электрической дорогѣ между Копенгагеномъ и Фридриксбергомъ на каждый вагонъ съ имперіаломъ вѣсомъ въ 9 тоннъ (безъ нагрузки) расходуется всего лишь 400 ваттъ-часовъ, включая сюда и потерю при граведеніи тока и затрату его на 10 лампочекъ накалива нія. — Средняя скорость движенія равна около 10 километр. въ часъ при незначительныхъ подъемахъ и умѣренно чистомъ пути. — На каждый километръ приходится около 5 остановокъ, причемъ время остановки по возможности сокращается и скорость нѣсколько увеличивается. Изъ произведенныхъ составительныхъ испытаній выяснилось, что при умѣлѣхъ вагоновожатыхъ расходуемое количество энергіи можетъ быть сильно понижено, до 257—253 ваттъ-часовъ, хотя съ другой стороны, какъ уже сказано, затрачиваемая энергія весьма зависитъ отъ средней скорости и числа остановокъ.

(Elektrotechn. Zeitschr. 1901).

Максимальный коэффициентъ полезнаго дѣйствія динамомашинъ постоянного тока.

Л. Финзи. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія η динамомашинъ постоянного тока при постоянномъ напряженіи e можно представить въ зависимости отъ нагрузки, т. е. силы тока i — въ слѣдующемъ видѣ:

$$\eta = \frac{e \cdot i}{e \cdot i + k + c i^2}$$

Здѣсь k обозначаетъ работу на присденіе маши-

ны въ холостое движеніе при нормальныхъ напряженіи и числѣ оборотовъ (включая сюда и работу на возбужденіе); $c i^2$ — представляетъ разность между работой, необходимой для покрытія всѣхъ потерь въ машинѣ при нагрузкѣ i — и работой k .

Величина k заключаетъ въ себѣ сумму потерь, вызываемыхъ треніемъ подшипниковъ, воздуха, щетокъ, потерь въ магнитныхъ катушкахъ при холостомъ ходѣ, вызываемыхъ гистерезисомъ, токами Фуко и явленіемъ Джоуля; k — величина постоянная для данной машины; ее можно назвать „потерей при холостомъ ходѣ“.

Выраженіе $c i^2$ — представляетъ потерю при нагрузкѣ, оно распадается на слѣдующія составляющія:

I. Потери въ мѣди якоря; онѣ заключаютъ въ себѣ большую часть рабочей потери и, какъ извѣстно, пропорціональны квадрату силы тока якоря.

II. Дополнительные потери въ желѣзѣ, т. е. повышеніе потерь чрезъ гистерезисъ и токи Фуко въ желѣзѣ якоря и магнитныхъ катушекъ. Потери эти, по Деттмару, растутъ весьма быстро съ повышеніемъ силы тока, по Блати ихъ можно считать пропорціональными квадрату силы тока якоря.

III. Потери чрезъ контактное сопротивление щетокъ; онѣ растутъ не пропорціонально квадрату силы тока, а нѣсколько медленнѣе, такъ какъ контактное сопротивление уменьшается съ увеличеніемъ плотности тока.

IV. Дополнительные потери въ мѣди магнитныхъ катушекъ, которая измѣняются нѣсколько сильнѣе, чѣмъ квадратъ силы якорнаго тока.

Изъ разсмотрѣнія зависимости отдѣльныхъ составляющихъ отъ нагрузки становится очевиднымъ, что величина e съ достаточною точностью можетъ считаться постоянной. Это вполне подтвердилось при работахъ д-ра Финзи съ машинами; величину e можно разсматривать, какъ фиктивное сопротивление якоря, определяемое выраженіемъ:

$$\frac{\text{рабочая потеря}}{i^2}$$

Разложивъ всѣ потери нагруженной машины на двѣ составляющихъ, изъ которыхъ одна постоянна, а вторая — пропорціональна квадрату нагрузки, мы можемъ, по аналогіи съ трансформаторами уже напередъ сказать, что коэффициентъ полезнаго дѣйствія будетъ имѣть наибольшую величину при взаимномъ равенствѣ обѣихъ составляющихъ. Доказать это будетъ очень легко.

Указанное выше выраженіе коэффициента полезнаго дѣйствія можно представить въ слѣдующей формѣ:

$$\eta = \frac{e}{N}, \text{ гдѣ}$$

$$N = e i + \frac{k}{i} + c i^3$$

Условіе максимума для η будетъ:

$$\frac{dN}{di} = e - \frac{k}{i^2} = 0,$$

откуда $i^2 e = k$.

Уравненіе это даетъ для i величину —

$$i = \sqrt{\frac{k}{e}}$$

Вторая производная — отъ η по i —

$$\frac{d^2 N}{di^2} = 2 \frac{k}{i^3} \text{ — положительна, что}$$

подтверждаетъ наше предположеніе (η — максимумъ).

Итакъ, максимальный коэффициентъ полезнаго дѣйствія соответствуетъ той нагрузкѣ, при которой потери при холостомъ ходѣ равны потерямъ при нагрузкѣ.

(Electrot. Z. 1901).

Электролизъ хлористаго аммонія (нашатыря), раствореннаго въ ожизненномъ амміакѣ. Моассанъ изслѣдовалъ электролизъ хлористаго аммонія, раствореннаго въ ожизненномъ амміакѣ при темп. — 60—80°. Совершенно чистый сухой (высушенный надъ расплавленнымъ поташемъ, а затѣмъ надъ металлическимъ натріемъ) амміакъ, будучи ожизненъ, проводитъ токъ очень плохо; при употребленіи тока 115 вольтъ и 30 амп. чрезъ жидкій амміакъ проходитъ только ок. $\frac{1}{100}$ ампера, а у электродовъ не замѣчается никакого выдѣленія газовъ. Но растворы нашатыря въ жидкомъ амміакѣ проводятъ токъ очень легко; при этомъ у катода выдѣляется только водородъ, у анода—хлоръ, растворяющійся въ амміакѣ, но не разлагающій его, какъ то происходитъ при болѣе высокой температурѣ. Подобныя-же явленія замѣчаются также при электролизѣ растворовъ іодистаго аммонія въ жидкомъ амміакѣ. Такимъ образомъ, жидкій амміакъ относится къ электрическому току совершенно, какъ вода.

(С. R. т. СXXXIII).

Вліяніе токовъ большой частоты при непосредственномъ ихъ дѣйствіи на животныхъ. Сообщеніе гг. Бордье и Леконта въ Парижской Академіи Наукъ. Со времени опытовъ д'Арсонваля извѣстно, что электрическіе токи большой частоты, при непосредственномъ ихъ дѣйствіи*) на человѣка не причиняютъ никакой боли, несмотря на большую мощность тока (720 ваттъ въ опытахъ д'Арсонваля), который можетъ довести до бѣлаго каленія угольня большого количества лампочекъ накаливанія, включенныхъ послѣдовательно въ цѣпь. Давались различныя теоріи относительно причины нечувствительности человѣка къ такому току, причемъ нѣкоторые предполагали даже, что токи эти не проникаютъ внутрь человѣка, а проходятъ по поверхности тѣла. Опыты гг. Бордье и Леконта (Bordier et Lecomte) надъ животными доказываютъ полную несостоятельность послѣдней теоріи и подтверждаютъ теорію д'Арсонваля.

Для полученія токовъ такой большой частоты докладчики пользовались катушкой Румкорфа съ искрой въ 0,55 м., работавшей постояннымъ токомъ въ 120 вольтъ и прерывателемъ Венельта съ охлажденіемъ. Зажимы вторичной обмотки были присоединены къ обкладкамъ двухъ плоскихъ конденсаторовъ, снабженныхъ искромѣромъ. Первые опыты были произведены надъ кроликомъ, токъ подводился къ животному съ помощью двухъ металлическихъ обручей, окружавшихъ—одинъ шею, а другой—животъ. Сила тока измѣрялась тепловымъ гальванометромъ д'Арсонваль—Рефедъ, раздѣленнымъ на миллиамперы. При нѣкоторыхъ условіяхъ животныя умирали отъ послѣдствій опытовъ**). Докладчики хотѣли получить лучшей контактъ и для этого замѣнили обручи двумя электродами, изъ которыхъ одинъ вставляется въ отверстие прямой кишки, а другой въ ротъ, для лучшаго дѣйствія на слизистыя оболочки. Кролики, морскія свинки и крысы, подвергнутые такимъ опытамъ, были всѣ убиты.

*) Непосредственное дѣйствіе получается, если брать въ руки провода отъ двухъ концовъ соленоида изъ толстой проволоки прибора, служащаго для полученія такого тока.

**) Первый опытъ.—Соединенія, какъ указано, дѣйствіе тока продолжалось одну минуту; сила его—400 миллиамп., послѣ снятія обручей замѣчается параличъ заднихъ конечностей животнаго. Кроликъ умеръ двѣнадцать дней спустя.

Второй опытъ.—Тѣло человѣка было включено въ цѣпь послѣдовательно съ тепловымъ гальванометромъ и тѣломъ кролика; токъ пропускался въ теченіи 3 минуты; сила его 300 миллиамп. Человѣкъ не ощущалъ ничего; кроликъ былъ парализованъ и умеръ 14 дней спустя.

Приводимые опыты доказываютъ, что непосредственное дѣйствіе токовъ большой частоты далеко не безопасно для кроликовъ; кромѣ того, они весьма убѣдительно указываютъ на то, что токъ проходитъ чрезъ организмъ, а не распространяется по поверхности тѣла. Что же касается до смерти животныхъ, то такая можетъ быть объяснена поврежденіемъ токами нервовъ, управляющихъ дыханіемъ. По поводу этого доклада д'Арсонваль помѣстилъ въ томъ же томѣ „Comptes rendus“ нѣкоторыя замѣчанія, которыя мы приводимъ цѣликомъ.

Случаи, приведенные докладчиками, могутъ дать поводъ къ ряду размышленій, весьма любопытныхъ, для экспериментаторовъ и врачей, примѣняющихъ токи большой частоты.

Во первыхъ, результаты этихъ опытовъ вполне точны. Д'Арсонваль получалъ подобныя же въ 1896 г., имъ показывались при чтеніи лекцій въ College de France и въ Биологическомъ Обществѣ кролики и морскія свинки, у которыхъ непосредственный проходъ токовъ большой частоты приводилъ къ совершенному параличу членовъ тѣла. Эти животныя служили для опытовъ относительно ослабленія микробовъ подѣ дѣйствіемъ тока. Для того, чтобы пропускать сквозь нихъ токъ (силой болѣе 1 амп. для кроликовъ), они помѣщались на доскѣ, съ 2-мя дырами: въ одну помѣщались переднія ноги, а въ другую заднія. Зажимы соленоида соединялись съ двумя сосудами, наполненными водою, такъ что токъ проходилъ чрезъ заднія лапы, тѣло и чрезъ переднія лапы выходилъ. Всѣ другія схемы не примѣнялись. Вслѣдствіе большого нагреванія тѣла въ мѣстѣ проникновенія тока.

Несмотря на эти предосторожности, члены тѣла были скоро обожжены и при дальнѣйшемъ прохожденіи тока они совершенно обгорали до того, что у нѣкоторыхъ животныхъ они отдѣлялись дней 6—10 спустя.

Нѣкоторыя изъ животныхъ умирали во время опыта, причемъ по вскрытіи въ сердцѣ и большихъ сосудахъ была найдена застывшая кровь, м у с к у л ь н ы хъ с о к р а щ е н і й н е н а б л ю д а л о с ь.

При этихъ условіяхъ, какъ и въ указанныхъ опытахъ, смерть наступала, повидимому, отъ теплоты, развивавшейся въ тканяхъ и происходящаго отъ этого свертыванія крови. Въ опытахъ Бордье и Леконта это увеличеніе температуры было еще болѣе значительнымъ, такъ какъ оно усложнялось мускульными сокращеніями и явленіями столбняка. Такое повышеніе температуры уже одно могло обусловливать прекращеніе дѣятельности сердца.

Человѣкъ можетъ на самомъ себѣ испытать чувство тепла при прикосновеніи двумя руками къ зажимамъ соленоида. При зажиганіи лампъ между двумя людьми очень трудно перейти за 2 амп. (и то лишь въ теченіи нѣсколькихъ минутъ), вслѣдствіе именно этого ощущенія тепла.

Что же касается мускульныхъ сокращеній и сотрясеній, то таковыя должны быть обязательно избѣгнуты при изученіи собственно вліянія токовъ большой частоты*). Если ихъ нельзя избѣжать, то это доказываетъ: или что токъ слишкомъ плотенъ, для употребляемой частоты, или что приборъ плохо регулированъ для данного случая**).

Приводя все это, д'Арсонваль указываетъ на то,

*) Мнѣніе о томъ, что токи большой частоты не могутъ произвести ни сокращеній, ни боли,—довольно распространено. Ошибка состоитъ въ томъ, что хотя выносливость организма и возрастаетъ съ увеличеніемъ частоты тока, однако-же не безпредѣльно. Уже одно явленіе Джоуля должно ограничить этотъ предѣлъ, не говоря уже о другіхъ явленіяхъ.

**) 1. Плохо регулированный искровый промежутокъ.
2. Плохо полированный или испорченный шарикъ разрядника.

3. Плохо задутая искра, образующая вольтову дугу.

что онъ не настаиваетъ на старой теоріи, раздѣляемой многими авторами, которые признаютъ безвредность токовъ большой частоты прохожденіемъ ихъ по поверхности.

Рядъ физиологическихъ явленій во время опытовъ д'Арсонваля показалъ, что эти токи проникали въ наиболѣе глубокія ткани. Изъ эти точки зрѣнія физики эта теорія является невѣрной, если дѣло идетъ о проводникахъ, имѣющихъ удѣльное сопротивленіе тканей. На самомъ дѣлѣ, расчетъ показываетъ, что токъ съ частотой въ 500000, проходящій въ арку (удѣльное сопротивленіе которой, по меньшей мѣрѣ, 7-омъ-сантим.), ни сколько не уменьшается въ центрѣ. Это было доказано и непосредственными измѣреніями.

Изъ всего вышесказаннаго д'Арсонваль выводитъ нижеслѣдующія заключенія: при изученіи вліянія токовъ большой частоты слѣдуетъ избѣгать:

1. Малѣйшаго дѣйствія на чувствительность;
2. Какого бы то ни было мускульнаго сокращенія; и
3. Малѣйшаго ненормальнаго повышенія температуры.

(Comptes rendus, T. CXXXIII).

Измѣреніе внутренняго сопротивленія аккумуляторовъ. Бругеръ предлагаетъ слѣдующій методъ измѣренія внутренняго сопротивленія аккумуляторовъ, дающій на практикѣ весьма быстро надежные результаты.

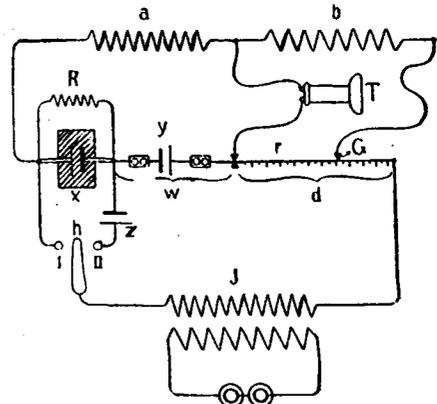
Этотъ методъ имѣетъ много общаго со способами Кольрауша, Уппенборна, Нериста, Гордона и Гарна, но не требуетъ примѣненія конденсаторовъ.

Въ основу метода положенъ принципъ двойнаго измѣренія съ помощью проволоки, снабженной масштабомъ съ указателемъ, позволяющимъ непосредственно отсчитывать величину сопротивленія, такъ какъ является безъ труда возможность исключить вліяніе постоянного тока отъ испытываемаго аккумулятора на примѣняемый при измѣреніи переменный токъ. Подобный результатъ достигается путемъ включенія между испытываемымъ аккумуляторомъ и измѣрительной проволокой второго аккумулятора, расположеннаго обратно по отношенію къ первому.

На представленной на фиг. 19 схемѣ общаго расположенія приборовъ — *a* и *b* означаютъ соответственно величину проводочныхъ сопротивленій, лишенныхъ вліянія индукціи и емкости; *X* — испытываемый аккумуляторъ, разряжаемый черезъ внѣшнее сопротивленіе *R*; *Y* и *Z* два вспомогательныхъ аккумулятора, для которыхъ не требуется точнаго знанія постоянныхъ коэффициентовъ, но которые должны находиться въ состояніи нормальнаго заряда; *d* — натянута проволока слабаго сопротивленія, снабженная масштабомъ съ дѣленіемъ на омы, при посредствѣ коего и подвижнаго контакта *G* возможно отыскать величину даннаго сопротивленія *r*; *w* — все вспомогательное сопротивленіе, состоящее изъ аккумуляторнаго *y* и соединенныхъ съ послѣднимъ проводовъ; *h* — коммутаторъ; *I* — индукціонная катушка для полученія переменныхъ токовъ и *T* — телефонъ.

4. Плохой контактъ или небольшое поврежденіе въ цѣпи, какъ малой, такъ и большой частоты.
5. Плохое расположеніе обкладокъ конденсатора на диэлектрикѣ.
6. Слишкомъ большая емкость;
7. Слишкомъ большая самондукція.
8. Родъ источника электрической энергіи: результаты получаются лучше съ ртутнымъ прерывателемъ, чѣмъ съ прерывателемъ Венельта. Достаточнымъ подборомъ можно достигнуть того, что будетъ вполне набѣгнута чувствительность и мускульное сокращеніе. Это весьма существенно, если не хотятъ усложнять дѣйствіе большой частоты еще явленіями, связанными съ чувствительностью и мускульными сокращеніями. Во всѣхъ случаяхъ, когда говорилось въ настоящей замѣткѣ о дѣйствіи большой частоты, подразумевалось собственное дѣйствіе большой частоты, безъ вліянія чувствительности и мускульныхъ сокращеній.

муляторнаго *y* и соединенныхъ съ послѣднимъ проводовъ; *h* — коммутаторъ; *I* — индукціонная катушка для полученія переменныхъ токовъ и *T* — телефонъ.



Фиг. 19.

Если коммутаторъ находится первоначально въ положеніи I, а таковое контакта *G* обуславливаетъ минимальный слышимый въ телефонѣ шумъ, и если *r*₁ означаетъ величину сопротивленія соответствующей части *d*, то

$$\frac{a}{b} = \frac{X + w}{r_1} \dots \dots \dots (1)$$

При переключеніи коммутатора въ положеніи II и вышесказанномъ условіи, получимъ:

$$\frac{X + a}{b} = \frac{w}{r_2} \dots \dots \dots (2)$$

гдѣ *r*₂ — соответствующая часть *d*.

Исключивъ изъ обоихъ уравненій *w*, получимъ

$$X = \frac{a(r_1 - r_2)}{b + r_2} \dots \dots \dots (3)$$

Такъ какъ, вообще, *a* и *b* весьма велики сравнительно съ *r*₁, то *r*₂ въ знаменателѣ можно опустить, и тогда получимъ упрощенную формулу

$$X = \frac{a}{b} (r_1 - r_2) \dots \dots \dots (4),$$

причемъ числовая величина *r*₁ — *r*₂ непосредственно отсчитывается, а отношеніе $\frac{r}{b}$ при надлежащемъ выборѣ величинъ *a* и *b* выражается цѣлымъ числомъ.

Кромѣ этой авторъ даетъ еще другую нѣсколько измѣненную схему (фиг. 20), гдѣ подвижной контактъ соединенъ съ телефономъ, а не съ однимъ изъ сравнительныхъ сопротивленій. При этомъ, если *h* находится въ положеніи I, *G* раздѣляетъ *d* на двѣ части *r*₁ и *r*₂, а въ положеніи II на соответственныя части *r*₁^I и *r*₂^I, такъ что:

$$\frac{X + w + r_1}{r_2^I} = \frac{a}{b} \dots \dots \dots (5)$$

$$\frac{w + r_1^I}{r_2^I} = \frac{a + X}{b} \dots \dots \dots (6),$$

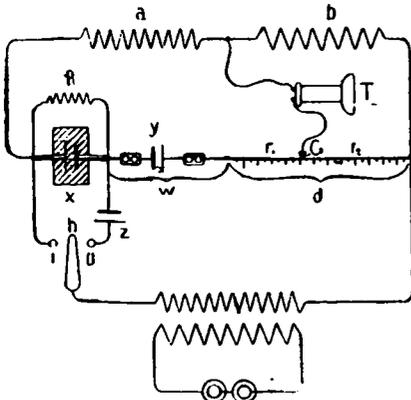
откуда, по исключеніи *w*

$$X = \frac{(a + b)(r_2 - r_2^I)}{b + r_2^I}, \text{ или}$$

пренебрегая *r*₂^I по сравненію съ *b*:

$$X = \frac{a + b}{b} (r_2 - r_2^I).$$

При пользовании этой схемой замечается однако недостаток, состоящий в томъ, что при одинаковых условиях разность $r_2 - r_1^2$ имѣеть меньшую

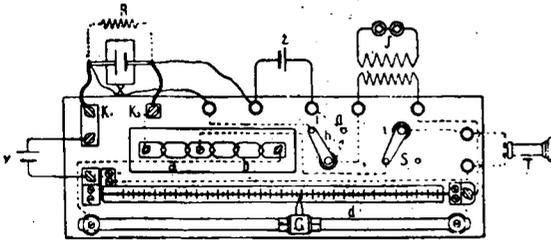


Фиг. 20.

величину и, следовательно, менее точно измерима, чѣмъ величина разности $r_1 - r_2$ въ первой схемѣ.

При своихъ измѣреніяхъ авторъ пользовался мостикомъ фирмы Гартманъ и Браунъ (Фиг. 21).

Оба сравнительныхъ сопротивленія обозначены черезъ a и b , причемъ имъ придана форма реостатовъ со штепселями, такъ что отношеніе $\frac{a}{b}$ можетъ быть каждый разъ сообразно съ условіями измѣняемо. Испытуемый аккумуляторъ X , а также оба вспомогательныхъ аккумулятора y и z соединены съ



Фиг. 21.

постоянными зажимами при посредствѣ двойныхъ проводовъ, изъ коихъ самыя толстыя въ видѣ гибкихъ кабелей сообщаются съ k_1, k_2 . Выключатель S служитъ для включенія и выключенія изъ цѣпи телефона, а коммутаторъ h служитъ для установки сообщенія съ I или II контактомъ. D, I и G означаютъ то же, что и въ предыдущихъ схемахъ.

При производствѣ измѣренія выбираютъ соответствующее отношеніе $\frac{a}{b}$ и при замкнутомъ контактѣ S и установленномъ на I коммутаторѣ передвигаютъ подвижной контактъ G въ ту или другую сторону, пока въ телефонѣ почти не будетъ слышно шума; послѣ этого производятъ измѣреніе вторично, установивъ коммутаторъ на II. Отсчитанная по d разность между обоими положеніями подвижнаго контакта G , помноженная на отношеніе $\frac{a}{b}$ и дасть величину искомаго сопротивленія X , со включеніемъ соединеннаго параллельно-внѣшняго сопротивленія R . (Centralb. Accum. Element.)

Приборъ Ванъ-Трумпа для снятія диаграммы нагрузки генераторной станціи. Приборъ состоитъ изъ доски, на которой можетъ быть укрѣпленъ листъ бумаги со шкалами, относящимися къ различнымъ приборамъ станціи; шкалы расположены на лѣвой сторонѣ верхней половины листа; нижняя-же половина предназначена для цифровыхъ отмѣтокъ показаній измѣрительныхъ приборовъ. По бумагѣ движется линейка, которая, благодаря устройству изъ 2 шнурковъ и блоковъ, всегда остается параллельной верхнему краю листа; она градуирована на часы, при чемъ каждое изъ 24 отдѣленій ея, соответствующее 1 часу, раздѣлено еще на 3 части—по 20 минутъ. Наблюдающее лицо должно смотрѣть каждые 20 минутъ показанія приборовъ; помѣщая, затѣмъ, соответственно шкаламъ линейку на разныхъ высотахъ и замѣчая время, оно легко можетъ отмѣтить на бумагѣ точки, которыя далѣе, и дадутъ различныя кривыя. Приборъ этотъ очень простъ и дешевъ и, кромѣ своего непосредственнаго назначенія, можетъ еще служить средствомъ для контроля служащаго, такъ какъ безъ извѣстныхъ свѣдѣній почти невозможно начертить подобную кривую.

Каждые 24 часа листъ бумаги относится въ контору; чтобы произвести всѣ необходимыя окончательныя вычисленія, при умѣнн обращаться съ планиметромъ, достаточно получага.

НОВЫЯ КНИГИ.

Проектъ электрической тяги на Приладожскихъ каналахъ. Составилъ студентъ V курса П. П. П. С. А. Е. Бѣлой. Спб. 1901. Изданіе Института Инженеровъ Путей Сообщенія. 64 стр. въ 8 б. д. л.

В. Шуберскій. Проектъ оборудованія электрическими автомобилями шоссе Новороссійскъ - Сухумъ. Спб. 1902. Изданіе Института Инженеровъ Путей Сообщенія. 48 стр. въ 8 б. д. л.

Les tramways électriques, par Henri Marechal. Seconde édition, entièrement refondue. Un volume in 8°, avec 188 figures dans le texte. Paris. 1902. C. Béanger, éditeur. Prix relié: 10 francs. 328 стр. въ 8 д. л.

Scientia. Exposé et développement des questions scientifiques, à l'ordre du jour. Série physico-mathématique. Paris. 1902. C. Naud, éditeur.

№ 13. Cryoscope, par F. M. Raoult.

№ 14. Franges d'interference et leurs application métrologiques, par I. Macé de Lepinay.

№ 15. La géometrie non euclidienne, par P. Barbarin.

№ 16. Le phénomène de Kerr, par E. Néculcéa.

№ 17. Théorie de la lune, par H. Andoyer.

№ 18. Géométrographie, ou art des constructions géométriques, par E. Lemoine.

Цѣна каждаго тома 2 фр. (77 к.).

Les Combustibles Solides. Liquides, Gazeux Analyse. détermination du pouvoir calorifique, par H.-J. Phillips. Chimiste conseil du „Great Eastern Railway“ Ouvrage traduit de l'anglais d'après la troisième édition par Joseph Rosset, Ingénieur civil des Mines. Un volume in-18 Jésus de x-165 pages, avec 15 figures: 1902 2 fr. 75 c. Gauthier-Villars, éditeur. Paris.