

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Электрическая передача силы трехфазными токами на Охтенскихъ пороховыхъ заводахъ близъ С.-Петербурга.

Инженеръ-технологъ Р. Классона.

Я полагаю, что для читателей «Электричества» электрическая установка на Охтенскихъ пороховыхъ заводахъ представитъ нѣкоторый интересъ, во-первыхъ, потому, что эта одна изъ первыхъ въ Россіи установокъ трехфазнаго тока высокаго напряженія, служащая одновременно для освѣщенія и для передачи силы, и, во-вторыхъ, потому, что во многихъ отношеніяхъ это—типичная заводская установка, въ которой разбросанныя на большомъ пространствѣ паровыя машины небольшой мощности замѣнены электродвигателями, питаемыми отъ центральной станціи.

Водяная сила рѣки Охты, впадающей въ Неву между Большой и Малой Охтами, была сполна утилизирована для надобностей порохового завода еще въ 60-хъ годахъ*), когда были установлены турбины, работа которыхъ передавалась проводочными канатами въ отдѣльные фабрики.

Подобно большинству русскихъ рѣкъ и рѣчекъ, Охта подвержена большимъ колебаніямъ уровня, и количество воды въ ней мѣняется въ чрезвычайно широкихъ предѣлахъ, отъ весенняго половодья до лѣтняго и зимняго minimum'a. Вся сложная гидравлическая и механическая система была устроена по указаніямъ покойнаго профессора И. А. Вышнеградскаго и представляла обрѣзцовое сооруженіе, по тогдашнимъ понятіямъ. Для урегулированія количества воды въ рѣкѣ Охтѣ были устроены большія запруды на Токсовскихъ озерахъ, входящихъ въ бассейнъ Охты, и представляющихъ огромный резервуаръ (свыше 10 квадратныхъ верстъ), изъ котораго можно было питать Охту во время засухи.

Въ 1893 году всѣ фабрики, приводимыя въ

движеніе турбинами, прекратили работу за неаодобностью, и нужно было подумать о другомъ примѣненіи водяной силы.

Въ виду значительныхъ разстояній (2—3 версты) отъ турбиннаго дома до другихъ заводскихъ зданій энергію можно было передать только посредствомъ электричества, и заводское начальство предложило В. Н. Чиколеву и мнѣ разработать проектъ утилизаціи водяной силы, имѣя въ виду возможно большую экономію на углѣ.

Своеобразный характеръ порохового производства обусловилъ постановку многихъ паровыхъ машинъ небольшой силы, далеко отстоящихъ другъ отъ друга и отъ котловъ и расходующихъ сравнительно много пара (извѣстно, что паровыя машины въ 10—15 силъ работаютъ очень неэкономично). Электрическое освѣщеніе заводовъ устраивалось въ разное время въ разныхъ отдѣлахъ заводовъ, и потому паро-динамо-машины были тоже большею частью небольшой мощности и неэкономичныя. Такое постепенное наслоеніе явленій—обычное въ заводской практикѣ, и потому я на немъ подробище и останавливаюсь.

При составленіи проекта мы имѣли въ виду, во-первыхъ, централизовать заводское освѣщеніе, разбитое на нѣсколько мелкихъ станцій, и, во-вторыхъ, замѣнить электродвигателями неэкономично работающія паровыя машины. Средняя работа турбинъ была принята въ 320 дѣйствительныхъ силъ (на основаніи опыта прошлыхъ лѣтъ), причемъ весной и осенью воды имѣется избытокъ, который приходится спускать, а лѣтомъ и зимою работа можетъ упасть до 150 силъ.

Турбины были даны (2 турбины Жонваля по 150 силъ и одна Жирара въ 250 силъ), и мы рѣшили поставить двѣ динамо, одну на 150 силъ для освѣщенія заводовъ и одну на 200 силъ для передачи энергіи. Но прежде, чѣмъ приступить къ описанію установки, я позволю себѣ остановиться на мотивировкѣ выбора системы токовъ, такъ какъ именно этотъ вопросъ стоитъ на первомъ планѣ при всѣхъ новѣйшихъ переустройствахъ заводовъ.

Данныя, съ которыми приходилось считаться, были слѣдующія:

а) наличность большой сѣти освѣщенія лампами накаливанія и дугowymi, устроенная по

*) Собственно говоря, водяная сила Охты частью утилизировалась уже гораздо раньше посредствомъ ряда наливныхъ колесъ, но болѣе или менѣе рациональная утилизація началась въ 1865—68 годахъ.

двухпроводной системѣ на 110 вольтъ постояннаго тока;

б) сравнительно большія разстоянія пунктовъ потребления тока отъ турбиннаго дома (не ближе 1 версты и не дальше 3 версты);

с) желательность сокращенія персонала;

д) наличность приводовъ, вращаемыхъ паровыми машинами, на которыхъ въ большинствѣ случаевъ нельзя было бы поставить холостыхъ шкивовъ, вслѣдствіе чего двигатели должны были бы трогаться съ мѣста при нагрузкѣ всѣми станками;

е) въ большинствѣ случаевъ на двигателяхъ не должно появляться искръ ни при какихъ условіяхъ.

За исключеніемъ послѣдняго (спеціально порохового) условія всѣ остальные типичны для многихъ заводовъ, и ихъ достаточно для того, чтобы выбрать опредѣленную систему.

Большія разстоянія (пунктъ б) обуславливали примѣненіе токовъ высокаго напряженія, а наличность сѣти освѣщенія на 110 вольтъ (пунктъ а) гребовала низкаго напряженія въ мѣстахъ потребления тока.

Въ виду этихъ двухъ условій система опредѣлялась такого рода: производство въ генераторной станціи тока высокаго напряженія и распределеніе его по заводамъ; трансформированіе его въ мѣстахъ потребления въ низкое напряженіе

Итакъ выборъ предстоялъ между слѣдующими системами:

1) Постоянный токъ въ 500—700 вольтъ, преобразуемый на старыхъ станціяхъ въ постоянный же токъ въ 110 вольтъ помощью вращающихся трансформаторовъ. Питаніе электродвигателей непосредственно токомъ высокаго напряженія.

2) Простой переменный токъ въ 2000 вольтъ съ трансформацией во всѣхъ мѣстахъ потребления на 110 вольтъ.

3) Трехфазный токъ въ 2000 вольтъ съ трансформацией во всѣхъ мѣстахъ потребления на 110 вольтъ.

Простой переменный токъ, представлявшій то преимущество, что не требовалось никакихъ передѣлокъ въ (двухпроводной) сѣти освѣщенія, былъ, однако, признанъ совершенно неподходящимъ въ виду общеизвѣстныхъ недостатковъ двигателей простаго переменнаго тока, *не идущихъ съ мѣста подъ нагрузкой и останавливающихся при перегрузкѣ.*

Трехфазный токъ въ $\frac{2000}{110}$ вольтъ имѣетъ по сравненію съ постояннымъ токомъ въ 500—700 вольтъ слѣдующіе преимущества и недостатки.

Преимущества:

а) Простота конструкціи электродвигателей, не имѣющихъ ни коллектора, ни щетокъ и не требующихъ, слѣдовательно, никакого ухода.

б) Болѣе высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія при питаніи освѣтительной сѣти (коэф-

фициентъ полезнаго дѣйствія трансформатора трехфазнаго тока 96—97, а эквивалентнаго вращающагося трансформатора около 80%).

с) Отсутствие ухода за трансформаторами и отсутствие въ нихъ изнашивающихся частей.

д) Дешевая воздушная линия.

е) Отсутствие искрообразования и возможность герметически укупорить двигатель.

Недостатки:

а) Необходимость разбить сѣти освѣщенія на три приблизительно равныя части, соотвѣтственно тремъ фазамъ.

б) Принятіе особыхъ мѣръ предосторожности при линии высокаго напряженія.

с) Нѣсколько большія сложность аппаратовъ (*трехполюсные* предохранители и выключатели).

Впрочемъ, послѣдній недостатокъ только кажущійся, такъ какъ всетаки въ данномъ случаѣ вся проводка трехфазнаго тока, взятая въ цѣломъ, дешевле проводки постояннаго тока.

Первый недостатокъ трехфазныхъ токовъ—необходимость передѣлки сѣти—обыкновенно сильно преувеличивается.

Вовсе не нужно очень точно уравнивать нагрузку фазъ, разница въ нагрузкѣ на 10—15% не вліяетъ замѣтно на равенство напряженій, особенно если нагрузка абсолютно довольно значительна, и въ той же цѣпи работают электродвигатели. Послѣдніе въ этомъ случаѣ служатъ какъ бы регуляторами, принимая больше энергіи отъ той фазы, въ которой наименьшая свѣтовая нагрузка и слѣдовательно, напряженіе нѣсколько выше.

Дѣйствительно передѣлка довольно сложной и большой сѣти освѣщенія заводовъ не представляла большихъ затрудненій.

До сихъ поръ еще часто избѣгаютъ переменныхъ (и многофазныхъ) токовъ высокаго напряженія именно въ виду ихъ опасности для жизни. Этотъ вопросъ, конечно, и въ данномъ случаѣ всесторонне взвѣшивался, и было признано, что современная техника даетъ вполне надежныя средства для того, чтобы свести опасности токовъ высокаго напряженія къ *minimum*'у. Вообще можно сказать, что при рациональномъ устройствѣ опасность отъ проводовъ высокаго напряженія ни въ какомъ случаѣ не выше опасности отъ многихъ обыкновенныхъ техническихъ приспособленій, какъ то: канатовъ, ремней, подъемныхъ крановъ, зубчатыхъ колесъ и другихъ.

Для полноты отмѣтимъ, что конкурирующими фирмами были предложены еще двѣ системы электрической передачи энергіи: *двухфазные токи* съ трансформаторами $\frac{2000}{110}$ вольтъ и постоянный токъ въ 2000 вольтъ, непосредственно питающій двигатели. Первая система была отвергнута, такъ какъ двухфазные токи не представляютъ рѣшительно никакого преимущества передъ трехфазнымъ, но невыгоднѣе послѣднихъ, потому что при однихъ и тѣхъ же условіяхъ въ сѣди въ проводахъ значительно больше, чѣмъ при трех-

фазномъ токѣ. Кромѣ того, въ Европѣ двухфазные токи сравнительно мало разработаны именно вслѣдствіе преимуществъ трехфазныхъ токовъ.

Постоянный токъ въ 2000 вольтъ слишкомъ опасенъ въ обращеніи, и двигатели, работающіе при такомъ высокомъ напряженіи, едва ли будутъ достаточно надежны, особенно малой мощности. При 2000 вольтахъ между отдѣльными секціями коллектора разность потенциаловъ такъ велика, что даже при сравнительно большомъ числѣ секцій, всегда можетъ произойти короткое замыканіе. На электромагнитахъ при шунтовыхъ двигателяхъ, обмотка должна состоять изъ очень тонкой проволоки громадной длины и, следовательно, при размыканіи тока появляется сильная искра отъ самоиндукціи шунта. Этотъ индуктивный токъ очень высокога напряженія легко пробиваетъ изоляцію и потому выключать шунтъ приходится посредствомъ специальныхъ выключателей, постепенно прерывающихъ токъ или замыкающихъ шунтъ сопротивленіемъ передъ выключеніемъ тока.

Всѣ эти доводы привели къ заключенію, что въ данномъ случаѣ самой выгодной системой будетъ система трехфазныхъ токовъ съ трансформаторами.

Описаніе установки.

Общее расположеніе генераторной станціи показано на чертежахъ 1—4 (см. прилож. листъ). Какъ видно, динамомашинны приводятся турбинами въ движеніе не непосредственно, а помощью двойной передачи, сначала канатной отъ турбинъ къ главному приводному валу, а затѣмъ отъ вала ременной къ динамомашинамъ.

Въ послѣднее время повсюду стали примѣнять непосредственное соединеніе динамомашинъ съ валомъ паровыхъ машинъ или турбинъ, приводящихъ ихъ въ дѣйствіе. Даже въ Америкѣ, гдѣ ремни примѣняются въ самыхъ широкихъ размѣрахъ, стали переходить къ непосредственному соединенію машинъ на общемъ валу. Къ сожалѣнію, здѣсь нельзя было примѣнить непосредственнаго соединенія, преимуществъ котораго передъ ременными и канатными передачами, безспорно, очень велики, въ виду того, что турбины уже имѣлись и по конструкціи онѣ были совершенно неприспособлены къ непосредственному соединенію съ динамомашинами и число оборотовъ такъ невелико (50 и 65 въ минуту) что динамомашинны пришлось бы заказывать специальныхъ тихоходныхъ типовъ, которые, какъ извѣстно, гораздо дороже обыкновенныхъ.

Приводный валъ, расположенный на стѣнѣ турбиннаго дома, снабженъ муфтами, помощью которыхъ каждая турбина можетъ вращать не только свою часть приводнаго вала съ соответственной динамомашинной, но и сосѣдную, такъ что каждая турбина можетъ вращать любую динамомашинну или даже обѣ вмѣстѣ.

Какъ видно изъ чертежа, обѣ динамомашинны пришлились надъ русломъ и потому ихъ нельзя было укрѣпить на каменномъ фундаментѣ и пришлось подводить подъ нихъ деревянные брусья. Впослѣдствіи оказалось, что эти брусья сильно вибрируютъ и пришлось ихъ подпереть стропильными ногами, чтобы устранить, по возможности, упругость системы деревянныхъ балокъ.

Генераторы.

Генераторы поставлены фирмою Б. А. Цейтшель и изготовлены на заводѣ, бывшемъ Шукерта въ Нюрнбергѣ.

Характеристика генераторовъ дана въ таблицѣ I:

Таблица I.

	Генераторъ типъ WI 175.	Генераторъ типъ WI 120.
Напряженіе между зажимами генераторовъ при полной нагрузкѣ въ вольтахъ	2.050	2.050
Мощность при безиндукціонномъ сопротивленіи въ киловаттахъ	175	120

Генераторы построены по типу извѣстной Лауффенской машинны и имѣютъ неподвижный якорь съ вращающимися внутри него электромагнитами.

Электромагниты питаются постояннымъ токомъ, который подводится къ нимъ помощью двухъ колець на валу отъ возбуждителя, непосредственно соединеннаго съ генераторомъ.

Соответственно нагрузкѣ мѣняется и возбужденіе; регулированіе производится помощью ручнаго и автоматическаго реостатовъ на распределительномъ щитѣ.

Измѣреніе работы генераторовъ производится ваттметрами, непосредственно показывающими число киловаттъ, отпускаемыхъ во внѣшнюю цѣпь. Кромѣ того, на каждую цѣпь поставлены амперметры и вольтметры для сужденія о равномерности нагрузки въ отдѣльныхъ фазахъ.

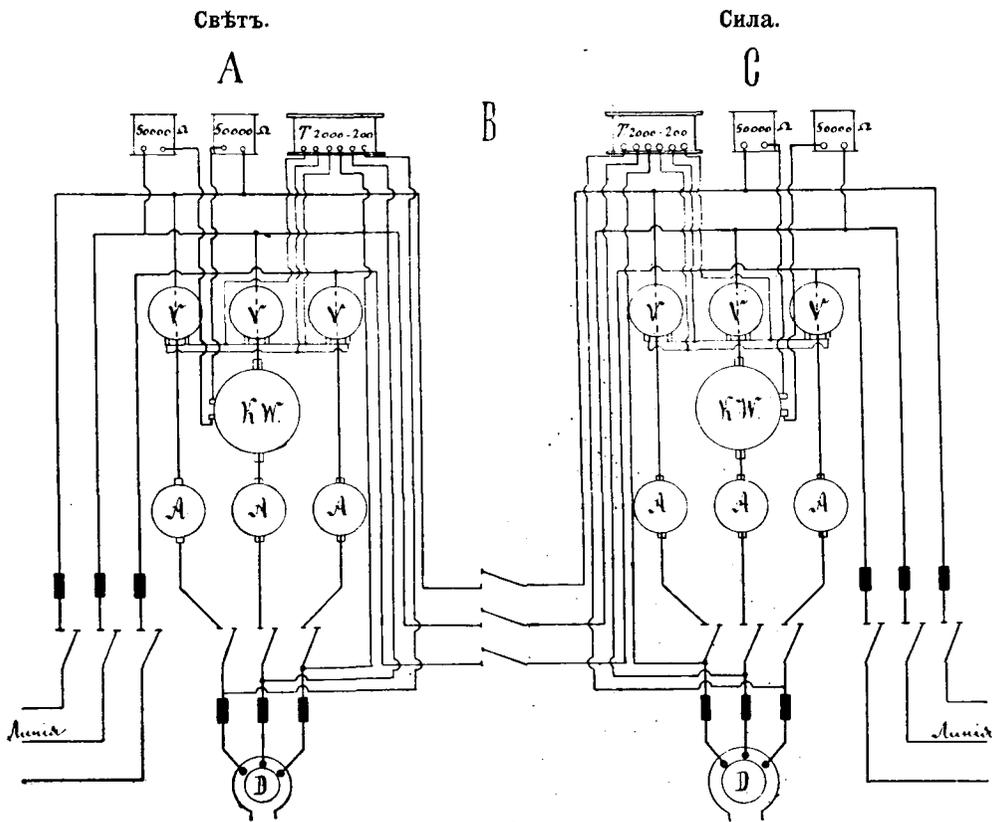
Амперметръ необходимъ кромѣ того для опредѣленія силы тока въ обмоткѣ якоря, которая при одной и той же нагрузкѣ можетъ мѣняться въ довольно широкихъ предѣлахъ вслѣдствіе такъ называемаго «смѣщенія фазъ», о которомъ мы скажемъ впослѣдствіи. Токъ высокога напряженія подводится къ щиту (фиг. 5а) помощью кабелей въ гупперовской изолировкѣ и проходитъ сначала черезъ тройные предохранители высокога напряженія и входитъ затѣмъ черезъ измѣрительные приборы въ распределительныя полосы, укрѣпленныя на специальныхъ изоляторахъ. Лѣвая половина щита предназначена для освѣщенія, правая для передачи силы: соответственно

этому и распределительныя полосы сдѣланы для каждой машины отдѣльныя, но онѣ могутъ соединяться помощью особаго выключателя. Въ этомъ случаѣ каждый генераторъ можетъ работать на любую цѣпь или, если работаютъ обѣ динамомашинны, то ихъ соединяютъ параллельно.

Какъ извѣстно, для параллельнаго соединенія машинъ переменнаго (и трехфазнаго) тока требуется не только равенство напряженій обѣихъ машинъ, но, кромѣ того, одинаковое число переменнъ и совпаденіе фазъ по времени. Для достиженія этого на распределительномъ щитѣ имѣется особый «уравнитель фазъ», на которомъ поставлены двѣ лампы, питаемыя токомъ отъ обѣихъ машинъ одновременно. При несовпаденіи

тухають. Въ этотъ моментъ включаютъ выключатель, и машины соединены параллельно. Напряжение въ машинахъ теперь общее, и каждая динамо отдаетъ въ общую сѣть столько работы, сколько ей доставляетъ турбина. Увеличивая притокъ воды въ одной турбинѣ и уменьшая его въ другой, мы постепенно перемѣщаемъ нагрузку на первую, и когда нагрузка второй доидетъ до нуля, ее можно выключить.

Параллельное соединеніе машинъ совершается очень легко и безъ всякихъ колебаній въ напряженіи минутъ въ 5—7, такъ что переходъ отъ одной машины къ другой, совершающійся обыкновенно два раза въ день, происходитъ совершенно незамѣтно.



Фиг. 5а.

фазъ лампы горятъ ярко (смотри чертежъ 5б), такъ какъ у ихъ зажимовъ имѣется достаточно высокая разность потенциаловъ, равная при полномъ несовпаденіи фазъ двойному напряженію (трансформированному) каждой динамомашинны. При совпаденіи фазъ по времени разность потенциаловъ равна нулю и лампы тухнутъ. Если число оборотовъ, или что то же, число периодовъ не вполне одинаково у обѣихъ машинъ, то лампы то загораются, то тухнутъ, и чѣмъ ближе подходятъ обороты къ равенству, тѣмъ эти потуханія становятся все болѣе медленными и продолжительными, и при полномъ совпаденіи периодовъ лампы вовсе по-

только поднятіемъ и опусканіемъ щитовъ, подводящихъ воду въ турбины. Чтобы облегчить тяжелую работу машинистовъ при ручномъ подъемѣ щитовъ, къ подъемному механизму были приспособлены электродвигатели трехфазнаго тока въ 1½ лошадины силы каждый. Токъ къ электродвигателямъ проходитъ черезъ переключатели, стоящіе на столѣ, у котораго сидитъ машинистъ, такъ что онъ простымъ поворотомъ рукоятки подымаетъ или опускаетъ щитъ при измененіяхъ въ нагрузкѣ.

При сравнительно большомъ числѣ оборотовъ электродвигателей (1400 въ минуту) и при необходимости подымать щитъ медленно (около

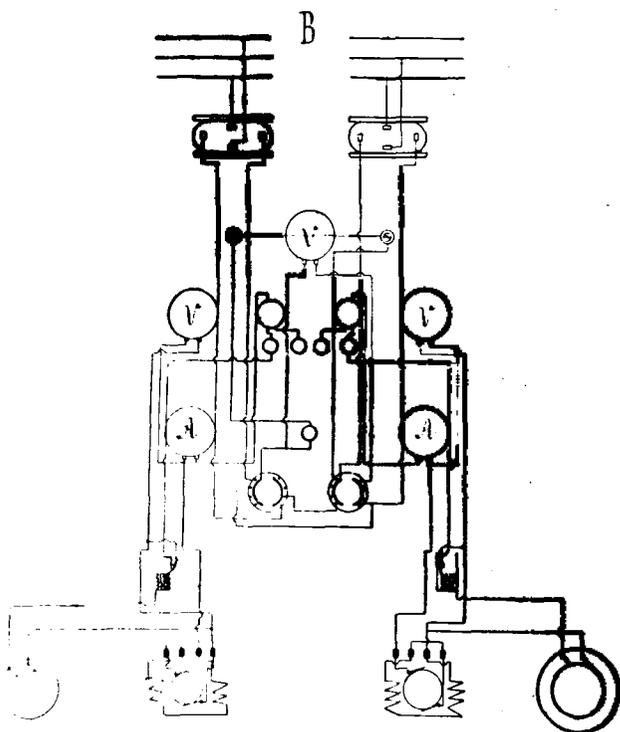
Турбины.

Я уже упоминалъ, что турбины остались старья, поставленныя еще въ 1868 году, и потому къ нимъ нельзя было предъявлять строгихъ требованій относительно регулированія числа оборотовъ и высокаго коэффициента полезнаго дѣйствія, поэтому я на нихъ подробно останавливаться не буду, укажу только на тѣ приспособленія, которыя пришлось сдѣлать для поддержанія нормальнаго числа оборотовъ. Только большая 250 НР турбина снабжена регулировкой числа дѣйствующихъ лопатокъ, но оно въ конструктивномъ отношеніи оказалось неудовлетворительнымъ, и вообще ходъ турбинъ можно было регулировать

1 см. въ секунду) нужно было устроить передачу съ очень большимъ передаточнымъ числомъ. Для этой цѣли былъ примененъ безконечный винтъ *) съ передачей 1 : 100, причемъ уголъ наклѣна былъ выбранъ такъ, что обратное движеніе отъ колеса къ винту не могло происходить.

При внезапныхъ разгрузкахъ турбины уменьшеніе притока воды могло вліять лишь черезъ нѣкоторое время, и потому состояніе равновѣсія нарушалось и турбина начинала «нести»; если

Возбудители и уравниватель фазъ.



Фиг. 5б.

разгрузка происходила сразу въ большомъ размѣрѣ, то турбина приобретала опасную для шкивовъ скорость и напряжение возрастало до не допустимой высоты.

Для устранения этого были устроены «тормазы» въ видѣ водяныхъ реостатовъ: надъ бочкой съ щелочной водой висѣлъ на блокахъ горизонтальный эбонитовый кругъ съ 3 зажимами подъ 120°; къ каждому зажиму были прикреплены угольные стержни (отъ вольтовыхъ дугъ) и къ

*) Я пользуюсь случаемъ указать на чрезвычайную выгодность передачи помощью безконечнаго винта. Обыкновенно его избѣгаютъ вслѣдствіе укореившагося предубѣжденія противъ его якобы низкаго коэффициента полезнаго дѣйствія. Въ послѣднее время этотъ предразсудокъ совершенно опровергнуть блестящими результатами, полученными съ этой передачей. Я могу указать на опыты Рэллерса, Реккэнцауна и др. на широкое распространение передачи безконечнымъ винтомъ въ механизмахъ завода Эрликонъ. На русскомъ языкѣ вышла обстоятельная брошюра профессора Альбицкаго «Винтовое зацепленіе, въ которой преимуществу этого механизма и его конструкція подвергнута тщательному разбору.

зажимами были присоединены гибкіе провода отъ собирательныхъ полосъ на щитѣ. Помощью лебедки, рукоятъ которой у машиниста подъ рукой надъ столомъ, можно издали опускать угольные стержни на любую глубину въ бочку. При внезапной разгрузкѣ машинистъ поворачиваетъ рукоятъ и углы опускаются въ воду причемъ нагрузку можно дать любой величины, такъ какъ при 2000 вольтахъ напряженія въ обыкновенной бочкѣ можно (на короткое время) убить 100—150 HP. Благодаря такому «тормазу» турбина не можетъ больше нести, и при умѣломъ пользованіи этимъ приспособленіемъ можно держать обороты очень близко къ нормѣ. Пустивъ въ дѣйствіе тормазъ, машинистъ постепенно уменьшаетъ притокъ воды къ турбинѣ и соответственно уменьшаетъ нагрузку на водяномъ реостатѣ, пока не выведетъ его вовсе.

Распределительный щитъ.

Распределительный щитъ представляетъ ту особенность, что всѣ части, ведущія токъ высокаго напряженія, недоступны.

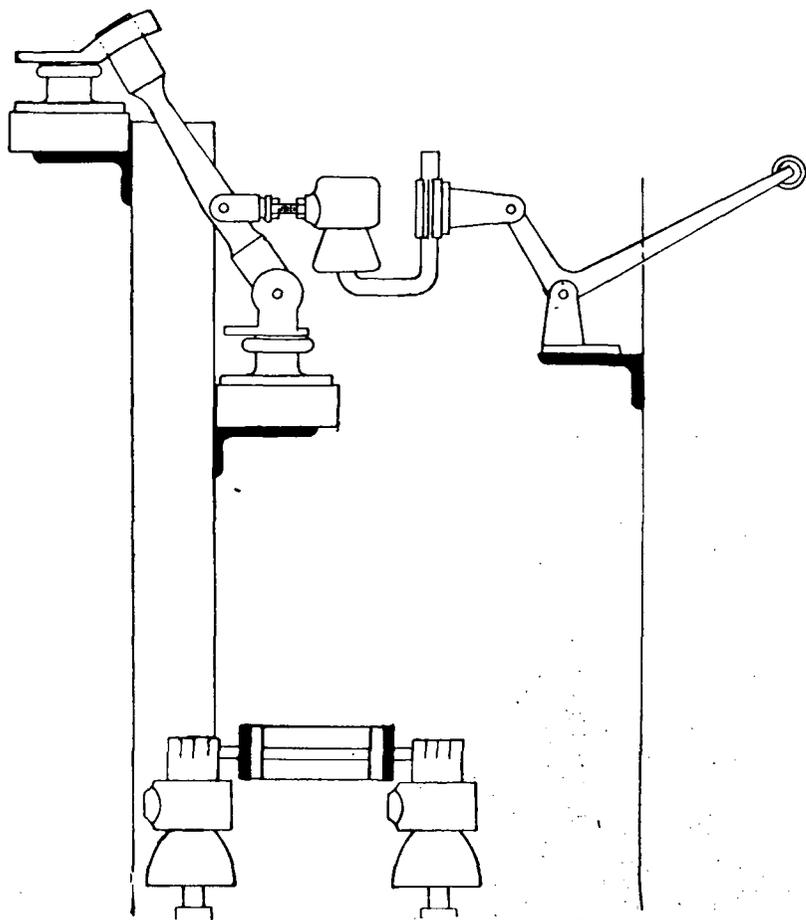
Провода, выключатели и предохранители находятся позади щита, куда можно проникнуть только снявъ боковыя рѣшетки; измерительные приборы же, находящіеся впереди на мраморныхъ доскахъ, ограждены отъ случайнаго прикосновенія большими стеклянными рамами.

Среднюю часть щита занимаютъ приборы для возбудителей обѣихъ динамомашинъ трехфазнаго тока, а по обѣимъ сторонамъ расположены приборы высокаго напряженія. Въ каждой фазѣ поставлено по ампер- и вольтметру и кромѣ того для каждой машины поставлено по одному киловаттметру, непосредственно показывающему нагрузку машины въ киловаттахъ. Употребленіе ваттметра при перемѣнныхъ токахъ безусловно необходимо, такъ какъ произведеніе вольтъ на амперы дастъ нагрузку въ ваттахъ только при безындукціонной нагрузкѣ, то-есть при питаніи лампъ накаливанія; если же приходится питать электродвигатели или дуговыя лампы съ индукціонными катушками то синусоиды вольтъ и амперъ не совпадаютъ по времени, между ними получается такъ называемая «разность фазъ» и произведеніе вольтъ на амперы дастъ «кажущіеся ватты», которые могутъ быть значительно больше «истинныхъ», измеренныхъ по ваттметру. Амперметръ показываетъ силу тока въ машинѣ и въ цѣпяхъ и потому также необходимъ, такъ какъ нагреваніе машинъ обусловлено силою тока, независимо отъ того будетъ ли этотъ токъ *рабочій* или *безуаттный* *) Поэтому оба при-

*) Въ русской технической литературѣ еще не установленъ терминъ, соответствующій нѣмецкому «Wattloser Strom», англійскому «Wattless current» и французскому «courant dewatté». См. Электр. 96 г. стр. 30 и 97 г. № 13—14, гдѣ предлагались термины «свободный», «лѣнивый» (по терминологіи Доливо-Добровольскаго) и «неработающій». Терминъ «лѣнивый» мнѣ кажется крайне неудачнымъ.

бора дополняют друг друга. Особенно важен ваттметр (непосредственно показывающий) при параллельной работе машин: если возбуждение машин неодинаково, то амперметры отклоняются больше или меньше сильно, даже в том случае,

если одна из машин совсем закроет пар и тогда динамометр работает как двигатель и вращает паровую машину. Ваттметр тотчас показал бы отрицательное отклонение и тем предупредил бы машиниста.



Фиг. 6.

если одна из машин вовсе не нагружена: между якорями машин устанавливается в это время особый «намагничивающий ток», усиливающий магнитное поле больше слабо возбужденной машины. Машинист желая выключить машину, должен убавлять работу ее паровой машины (или турбины) до тех пор, пока вся нагрузка не перейдет на другие машины, и стрелки амперметров и ваттметра выключаемой машины не станут на нуль. Если возбуждение машин неодинаково, то стрелка ваттметра станет на нуль, а амперметры будут показывать больше или меньше сильные отклонения, указывающие машинисту на необходимость урегулировать возбуждение машин. Если же ваттметра нет, то машинист будет сомневаться, происходит ли отклонение амперметра от того, что машины неодинаково возбуждены, или же от того, что нагрузка еще не перешла на другие машины. Может случиться, что уменьшая приток пара к выключаемой ма-

шине, она совсем закроет пар и тогда динамометр работает как двигатель и вращает паровую машину. Ваттметр тотчас показал бы отрицательное отклонение и тем предупредил бы машиниста.

Выключатели, поставленные, так же как и весь щит, фирмой Сименс и Гальске, очень своеобразны (смотри фиг. 6); они позволяют очень быстро замыкать и размыкать ток и не дают вольтовой дуге возможность удержаться после перерыва тока. Предохранители укреплены на изоляторах и состоят каждый из трех медных проволок, заключенных в стеклянные трубки, наполненные тальком и асбестом, которые должны тушить образующуюся вольтовую дугу при плавлении предохранителя. В данном случае медь больше надежный предохранитель, чем свинец, так как последний не обладал бы достаточной механической прочностью при столь малом сечении и сравнительно большой длине. Кроме того медный предохранитель поддается больше точному расчету, чем свинцовый, на плавление которого сильно влияют случайные примеси к свинцу.

На щит поставлены еще два статических электрометра Томсона, служащие для указания состояния изоляции сети высокого напряжения от земли.

Освещение машинного здания.

Освещение здания производится разрядным светом двух вольтовых дуг, бросающих свой свет на потолок и на стены (окрашенные в белый цвет), благодаря этому в машинном здании получается полное отсутствие тени и свет очень мягкий. Вольтовые дуги переменного тока поставлены фирмой Б. А. Шейтшель завода Шуккерт в Нюрнберге. Эти лампы дифференциальные, основаны на вращении алюминиевого диска токами Фуко в ту или другую сторону. Они горят по три последовательно в цепи в 110 вольт напряжения и по равномерности горения не уступают лучшим лампам постоянного тока. Известно, что вольтовые дуги переменного тока работают при более низком напряжении (31—35 вольт), чем дуги постоянного тока (40—45 вольт), но зато требуют при той же силе света больше ампер, и притом процентов на 60 больше. В данном слу-

чаѣ взяты были 16—17 амперныя лампы, и результатъ получился вполне удовлетворительный: сила свѣта соответствуетъ 10—11 ампернымъ лампамъ постоянного тока.

Воздушная линия.

Воздушная линия высокаго напряжения проходитъ по всему заводу и тянется на 2½ версты въ одну сторону и на 2 версты въ другую и третью.

Въ виду опасности, которую представляетъ обрывъ проволоки съ высокимъ напряженіемъ, были приняты всѣ мѣры къ тому, чтобы предотвратить разрывъ или, по крайней мѣрѣ, сдѣлать его безопаснымъ для прохожихъ.

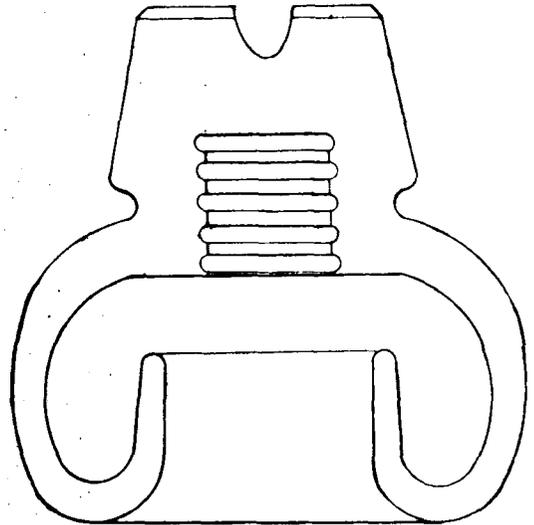
Проволока была употреблена кремнистой бронзы съ сопротивленіемъ на разрывъ въ 40—42 кг. на мм²; проводимости такой проволоки, несмотря на ея высокія механическія свойства, была около 98% проводимости чистой мѣди. Провода были протянуты заранѣе осенью 1895 года и простояли зиму передъ тѣмъ, какъ по нимъ пустить токъ. Случайныя слабыя мѣста должны были бы обнаружиться во время морозовъ, когда линия подвергается наибольшему натяженію *).

Всюду, гдѣ провода проходятъ надъ дорогами или вообще надъ мѣстностью, гдѣ ходятъ люди, подъ проводами была повѣшена предохранительная сѣтка изъ стальной проволоки, соединенная черезъ столбъ съ землею, такъ что проводъ, не удержавшійся почему либо внутри сѣтки и соскользнувшій съ нея на землю не представляетъ уже опасности, если онъ *хотя бы въ одной точкѣ касается сѣтки*, а это было обезпечено достаточной шириной сѣтки.

Такая сѣтка представляетъ большія преимущества передъ подвѣшиваніемъ проводовъ на стальныхъ тросахъ, хотя бы при посредствѣ изолирующихъ роликовъ, такъ какъ при значительномъ протяженіи сѣти число этихъ роликовъ очень велико и въ сырую погоду они представляютъ множество слабыхъ земляныхъ соединеній, суммирующихся въ весьма внушительную величину. Кромѣ того обрывъ перержавѣвшаго троса влечетъ за собою почти всегда и обрывъ соединеннаго съ нимъ мѣднаго провода, тогда какъ перержавѣвшая сѣтка падаетъ безъ всякаго вреда для проводовъ и кромѣ того легко можетъ быть замѣнена новой во всякое время.

Изоляторы для линии высокаго напряженія были взяты исключительно масляные (смотри фи-

гуру 7) съ цѣлью удержать изоляцію на возможно высокомъ уровнѣ, независимо отъ погоды. Эта цѣль была вполне достигнута, и дѣйствительно погода не оказывала замѣтнаго влія-



Фиг. 7.

нія на состояніе изоляціи сѣти. Внутри зданій провода взяты были въ гупперовской каучуковой изолировкѣ и были такъ проложены, что случайное прикосновеніе даже къ изолированному проводу не могло имѣть мѣста.

Столбы, несущіе провода съ высокимъ напряженіемъ, имѣютъ ярко-красный поясъ на нижней части, красную верхушку и красный кронштейнъ для поддержанія сѣтки, такъ что линия высокаго напряженія не можетъ быть случайно принята за линію низкаго напряженія.

Телефонныя линіи вездѣ перекрещивались подъ прямымъ угломъ и подъ ними протягивались дополнительныя сѣтки, если онѣ шли выше проводовъ высокаго напряженія.

Трансформаторы были поставлены въ деревянныя (старыя) будки и тамъ же были установлены предохранители и выключатели какъ низкаго, такъ и высокаго напряженія, причемъ выключатель на 2000 вольтъ приводился въ движеніе двойнымъ деревяннымъ рычагомъ, ручка котораго выходила наружу будки черезъ особый прорѣзъ въ стѣнѣ, такъ что можно включать и выключать трансформаторъ, не входя въ будку. Будка запиралась на ключъ и доступъ въ нее разрѣшался только въ присутствіи электротехника.

Громоотводы.

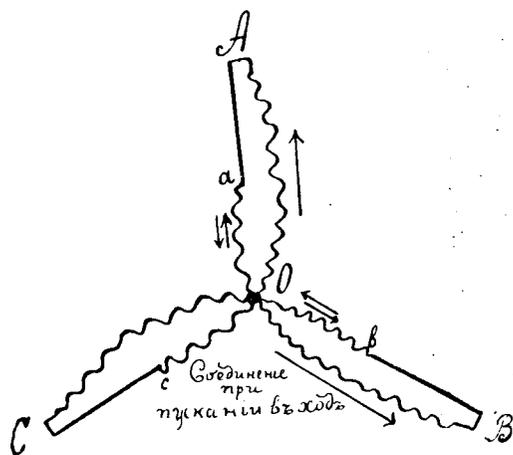
Линія съ такимъ значительнымъ протяженіемъ естественно должна была быть предохранена отъ атмосферныхъ разрядовъ надежными громоотводами. Это представляло трудную задачу, такъ

*) При этомъ я не могу не указать на одно обстоятельство, требующее большаго вниманія, чѣмъ ему обыкновенно удѣляютъ: прочность воздушной линіи зависитъ, конечно, прежде всего отъ правильно рассчитанныхъ проводовъ, но иногда въ проводокѣ, натянутой совершенно правильно, получаются слабыя мѣста, именно тамъ, гдѣ проволоку зажимали лягушкой. Стальная лягушка можетъ сильно вдавить проволоку и уменьшить въ этомъ мѣстѣ ея сѣченіе. Также очень опасны при жесткой проводкѣ всякаго рода крутые сгибы и узлы, образующіеся при небрежной размоткѣ проводочныхъ бухтъ.

какъ вопросъ о громоотводахъ высокаго напряженія до сихъ поръ еще не достаточно разработаны и вполне надежныхъ конструкций нѣтъ. Я остановился поэтому на громоотводахъ двухъ типовъ: 1) зеркальномъ фирмы Шуккерта и 2) съ электромагнитнымъ тушителемъ Сименсъ и Гальске. 12 штукъ каждаго сорта было поставлено въ разныхъ мѣстахъ линіи, причемъ оба типа чередовались на случай неисправности одного изъ нихъ.

Результаты съ громоотводами съ электромагнитнымъ тушителемъ получились плохіе: при грозовомъ разрядѣ они устанавливали сообщеніе линіи высокаго напряженія съ землей, образовывалась вольтова дуга, которую тушитель долженъ былъ разорвать, но не разрывалъ, результатомъ чего являлось сгораніе громоотвода и расплавленіе его металлическихъ частей. По настоящее время изъ 12 громоотводовъ уже сгорѣло 7 штукъ. Зеркальные громоотводы мало извѣстны еще, и потому я ихъ вкратцѣ опишу: на изолирующей подставкѣ укрѣплены двѣ пластинки толстаго зеркальнаго стекла на которыхъ осажденъ тонкій слой серебра.

Этотъ слой раздѣленъ поперечными царапинами на рядъ полосокъ, электрически не соединенныхъ другъ съ другомъ. Крайнія полоски съ обѣихъ сторонъ снабжены зажимами, одинъ изъ которыхъ соединяется съ предохраняемой линіей, другой съ землею.



Фиг. 8.

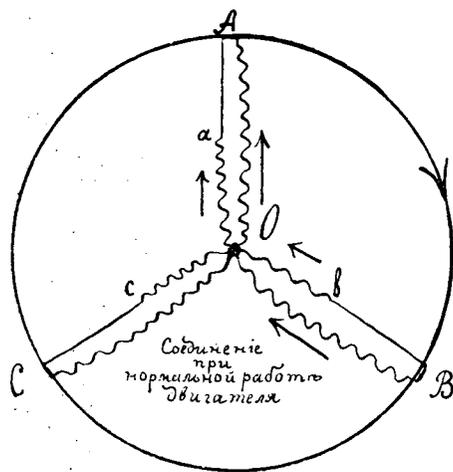
Двигатели переменнаго и трехфазнаго токовъ должны быть такъ устроены, чтобы избѣжать сильнаго толчка въ моментъ пуска въ ходъ и чрезмѣрной силы тока при этомъ. Съ этою цѣлью увеличиваютъ во время пуска въ ходъ сопротивленіе якоря, которое потомъ уменьшаютъ до нормальной величины. Достигается это или путемъ включенія особаго реостата, который по достиженіи нормальнаго числа оборотовъ выключаютъ, или же посредствомъ особой коммутациіи якоря. Фирма Сименсъ и Гальске взяла патентъ

Динамическое электричество не перескакиваетъ черезъ промежутки между полосками, а статическое (грозовой разрядъ) съ легкостью перескакиваетъ по полоскамъ въ землю. Дуга образоваться не можетъ въ виду чрезвычайно тонкаго слоя серебра, не представляющаго пищи для вольтовой дуги. Такъ какъ эти громоотводы ставятся на стѣнѣ открытыми, то во время грозы видны частыя искры, перескакивающія по нимъ. Эти громоотводы хотя и портятся постепенно (слой серебра мѣстами выгораетъ) отъ разрядовъ, но не опасны въ пожарномъ отношеніи.

Электродвигатели.

Электродвигателей трехфазнаго тока установлено въ заводахъ 11 штукъ: 1 въ 65 НР, 3 по 20 силъ, 5 по 10 силъ и 2 въ 1½ силы. Послѣдніе два служатъ для подъема щитовъ въ турбинномъ домѣ, а остальные разбросаны по заводу и служатъ для приведенія въ движеніе отдѣльныхъ мастерскихъ взамѣнъ прежнихъ паровыхъ машинъ, которыя теперь пускаются въ ходъ, только въ случаѣ недостатка воды въ рѣкѣ. За исключеніемъ двухъ малыхъ электродвигателей въ 1½ силы, поставленныхъ заводомъ Oerlikon, всѣ остальные поставлены фирмою Сименсъ и Гальске.

Большой двигатель въ 65 силъ снабженъ особымъ реостатомъ для пуска въ ходъ, который включенъ въ якорь.



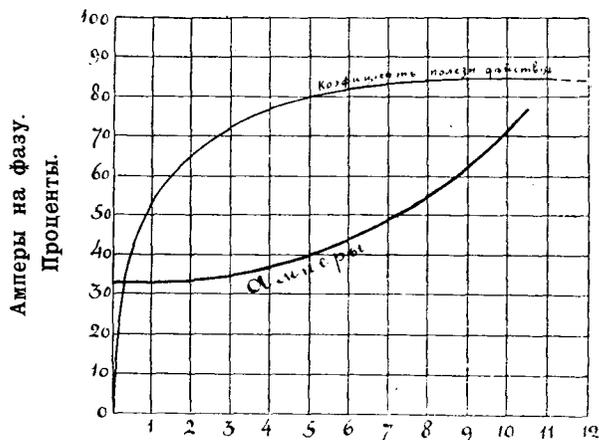
на чрезвычайно остроумную систему обмотки якоря, при которой при пусканіи въ ходъ сопротивленіе якоря сравнительно велико—обмотки соединены послѣдовательно, а при нормальной работѣ сопротивленіе мало—обмотки соединены параллельно. Соединеніе это фирма назвала «противосоединеніемъ» (Gegenschaltung) и я привожу здѣсь схематическое расположеніе обмотки:

Якорь соединенъ «звѣздой»; въ нейтральной точкѣ О сходятся какъ большія секціи ОА, ОВ и ОС такъ и малыя Оа, Об и Ос; если мы по-

мѣстимъ этотъ якорь во вращающееся магнитное поле, то въ большихъ и въ малыхъ обмоткахъ возбуждаются электровозбудительныя силы. Обмотки *ОА* и *Оа* лежатъ въ однихъ и тѣхъ же вырѣзахъ якоря и отличаются другъ отъ друга только тѣмъ, что въ *ОА* больше — напримѣръ вдвое — оборотовъ проволоки, чѣмъ въ *Оа*; то же самое относится и къ *ОВ* и *Об*, *ОС* и *Ос*. Поэтому въ обѣихъ обмоткахъ электровозбудительныя силы имѣютъ одно и то же направление, но такъ какъ токъ, текущій въ *ОА*, можетъ вернуться къ точкѣ *О* только черезъ *Оа*, то электровозбудительная сила большой обмотки преодолеваетъ болѣе слабую электровозбудительную силу малой обмотки *Оа* и въ обѣихъ обмоткахъ устанавливается токъ, соответствующій разности электровозбудительныхъ силъ, то-есть въ данномъ примѣрѣ равный одной трети ихъ суммы.

Такое соединеніе обмотокъ примѣняется при пусканіи въ ходъ. По достиженіи нормальнаго числа оборотовъ особымъ рычагомъ передвигаютъ по оси двигателя муфту-выключатель замыкающую на короткое точки *А*, *В* и *С*; тогда между этими точками — концами отдѣльныхъ секцій якоря устанавливается токъ и электровозбудительныя силы большихъ и малыхъ обмотокъ (*ОА* и *Оа* напримѣръ) уже не противодействуютъ другъ другу а суммируются, и двигатель работаетъ нормально.

Благодаря примѣненію этой системы, электродвигатели берутъ при пусканіи ихъ въ ходъ лишь немного болѣе полуторной нормальной силы тока и трогаются съ мѣста очень мягко, безъ толчковъ и притомъ съ полной нагрузкой. Черезъ минуту или меньше они достигаютъ нормальнаго числа оборотовъ и тогда передвигаютъ рычагъ на нормальное соединеніе.

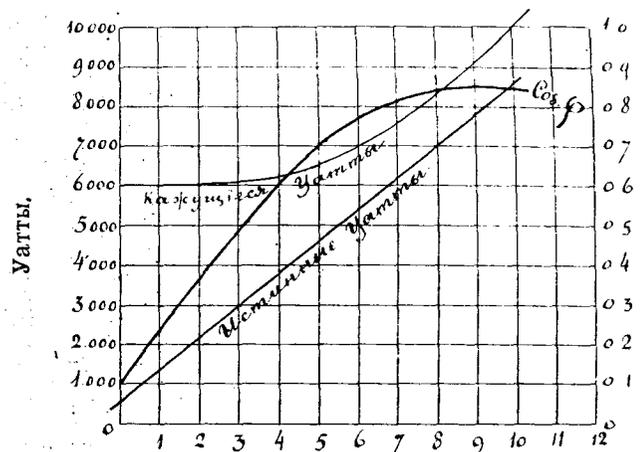


Фиг. 9.

Электродвигатели трехфазнаго тока вообще довольно нечувствительны къ перегрузу: они при этомъ только нѣсколько уменьшаютъ число оборотовъ. Но зато быстро возрастаетъ нагреваніе при увеличеніи нагрузки сверхъ нормальной;

и при опредѣленіи нагрузки для двигателя приходится считаться только съ этимъ факторомъ, а не съ механической прочностью двигателя. Въ виду отсутствія коллектора и щетокъ, эти двигатели крайне прочны и не боятся случайныхъ поврежденій.

Двигатели эти были испытаны въ присутствіи заводской комиссіи тормазомъ Прони и результаты испытанія одного изъ нихъ (10 силнаго двигателя) представлень на фигурахъ 9 и 10. Какъ видно, кривая коэффициентовъ полезнаго дѣйствія при разныхъ нагрузкахъ быстро поднимается къверху и уже при половинной нагрузкѣ доходитъ до 80%.



Фиг. 10.

Съ другой стороны, сила тока, расходуемая двигателемъ въ каждой фазѣ, возрастаетъ непропорціонально медленно и при холостомъ ходѣ она составляетъ почти 50% силы тока при полномъ числѣ оборотовъ. Это неудобство всѣхъ двигателей переменныхъ и многофазныхъ токовъ, съ которыми приходится считаться при проектированіи сѣти. Хотя эти амперы, благодаря разности фазъ, и не представляютъ непосредственной затраты энергіи (токъ этотъ болѣею частью безваттный) но они увеличиваютъ паденіе вольтъ въ сѣти и неблагоприятно отражаются на центральной станціи, не позволяя использовать всю мощность генераторовъ.

Поэтому въ установкахъ съ переменными токами всякаго рода надо стараться нагружать двигатели сполна и не ставить ихъ съ чрезуръ большимъ запасомъ.

Динамомоторы.

Въ виду наличности въ двухъ отдѣлахъ заводовъ лампъ съ вольтовой дугой и вентиляторовъ постояннаго тока, а также аккумуляторныхъ батарей, нужно было превращать трехфазный токъ въ постоянный напряженіемъ въ 110 вольтъ. Это было достигнуто установкой двухъ динамо-

моторовъ, поставленныхъ фирмою Б. А. Цейтшель, мощностью въ 12 и 22 киловатта постоянного тока.

Динамомоторы или вращающіеся трансформаторы трехфазнаго—постояннаго тока (какъ ихъ иногда называютъ) очень интересные приборы: они состоятъ не изъ отдѣльныхъ двигателей и генераторовъ, соединенныхъ механически между собою, а имѣютъ одинъ общій якорь, снабженный, съ одной стороны коллекторомъ для собиранія постоянного тока, а съ другой—тремя кольцами, соединенными съ опредѣленными точками обмотки якоря; къ этимъ кольцамъ помощью щетокъ подводится трехфазный токъ изъ особаго трансформатора, гдѣ его напряженіе съ 2000 вольтъ понижается до 70 вольтъ.

Трехфазный токъ въ 70 вольтъ, поступающій въ якорь въ трехъ (или шести) точкахъ подъ 120° , выпрямляется коллекторомъ въ постоянный токъ 115—118 вольтъ напряженія. Магниты динамомотора питаются постояннымъ токомъ и лежатъ въ отвѣтвленіи главнаго тока.

Итакъ динамомоторъ представляетъ, съ одной стороны синхроничный двигатель трехфазнаго тока, а съ другой шунтовую динамо постояннаго тока.

Въ качествѣ синхроничнаго двигателя динамомоторъ не можетъ быть пущенъ въ ходъ непосредственно включеніемъ въ цѣпь трехфазнаго тока, а долженъ быть доведенъ сначала до синхронизма. Это достигается тѣмъ, что сначала въ динамомоторъ пускаютъ постоянный токъ изъ аккумуляторной батареи и доводятъ его до нормальнаго числа оборотовъ. Между трансформаторомъ и динамомоторомъ установивъ уравниватель фазъ такъ же какъ между генераторами. По мѣрѣ того, какъ якорь, подъ влияніемъ постояннаго тока начинаетъ все быстрѣе вращаться, на кольцахъ появляется трехфазный токъ, вольтажъ и число періодовъ котораго растутъ по мѣрѣ увеличенія числа оборотовъ якоря. По лампамъ наблюдаютъ приближаются ли напряженіе и число періодовъ якоря къ соотвѣтственнымъ величинамъ трансформатора и въ моментъ полнаго совпаденія фазъ, когда лампы потухаютъ, включаютъ трехполюсный выключатель и переключаютъ коллекторъ на внѣшнюю цѣпь. Затѣмъ еще переводятъ шунтовый переключатель и машина стала самовозбуждающейся. Никакой регулировки больше не требуется; нормальное возбужденіе шунта опредѣляется разъ навсегда и регулировать шунтовымъ реостатомъ не слѣдуетъ, такъ какъ при этомъ получается цѣлый рядъ сложныхъ явленій, отражающихся, какъ на самомъ динамомоторѣ, такъ и на центральной станціи. Дѣло въ томъ, что, если синхроничный двигатель возбужденъ слишкомъ слабо, то недостающее возбужденіе дополняется реакціей якоря, но при этомъ въ якорь устремляется сильный токъ изъ трансформатора, который тѣмъ больше, чѣмъ слабѣе возбужденіе; при этихъ динамомоторахъ сила тока при холостомъ ходѣ была 25—30 амперъ на фазу при нормальномъ возбужденіи, но если умень-

шить токъ, идущій въ шунтъ съ $2\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{2}$ амперъ, то при тѣхъ же условіяхъ въ якорь шло уже свыше 300 амперъ.

Кромѣ того этотъ безъваттный токъ производилъ *запаздываніе* фазъ въ центральной станціи и сильно понижалъ вольтажъ.

Наоборотъ, если выводить сопротивление изъ шунта и увеличить силу тока идущую въ него, то въ якорѣ сила тока опять будетъ очень быстро возрастать и можетъ дойти до опасной для двигателя величины, но этотъ токъ производитъ не *запаздываніе*, а *опереженіе* фазъ въ центральной станціи и повышаетъ ее вольтажъ.

При умѣнши пользоваться этимъ своеобразнымъ свойствомъ синхроничныхъ двигателей можно часто значительно повысить производительность центральной станціи и уменьшить вредное вліяніе на нее *запаздыванія* фазъ (см. мою статью въ *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1897, Heft 19).

Динамомоторы нечувствительны къ колебаніямъ нагрузки и не останавливаются при внезапныхъ нагрузкахъ, какъ это случается съ синхроничными двигателями простаго переменнаго тока. Я производилъ опыты съ цѣлью опредѣленія максимальной нагрузки, которую можно сразу набросить на динамомоторъ безъ риска его остановить. Оказалось, что можно моментально переходить отъ холостаго хода къ полной нагрузкѣ и даже нѣсколько выше, безъ того чтобы динамомоторъ остановился.

Освѣщеніе лампами накаливанія.

Очень распространенъ взглядъ, что одновременное питаніе изъ общей сѣти лампъ накаливанія и двигателей не можетъ дать удовлетворительныхъ результатовъ, такъ какъ двигатели слишкомъ вліяютъ на равномерность напряженія. Это положеніе можетъ быть вѣрнымъ въ одномъ случаѣ и не вѣрнымъ въ другомъ, все зависитъ отъ относительныхъ размѣровъ двигателей и генераторовъ. Если генераторы очень малы по сравненію съ двигателями, то, конечно, въ моментъ пуска въ ходъ двигателя, вольты генератора сильно упадутъ и освѣщеніе будетъ страдать. Если же генераторы велики (напримѣръ ихъ мощность разъ въ десять или больше превышаетъ мощность самаго большаго двигателя) и ихъ паровыя машины (или турбины) снабжены хорошими, быстро дѣйствующими регуляторами, то выключеніе и включеніе двигателей отразится едва замѣтнымъ образомъ на напряженіи и питаніе изъ одной сѣти станетъ возможнымъ, при условіи, что сама сѣть не слишкомъ экономно разсчитана.

На Охтенскихъ заводахъ свѣтовая сѣть совершенно отдѣлена отъ сѣти двигателей, но по желанію обѣ сѣти могутъ питаться отъ одной турбины (и одного генератора), что въ большинствѣ случаевъ и дѣлается во избѣжаніе лишняго расхода воды. При этомъ 10 и 20 сильныя *двигатели* работаютъ отъ 150 или отъ 250 сильнаго

генераторовъ. Большого двигателя въ 65 силъ нельзя пускать отъ малой турбины въ 150 силъ, такъ какъ онъ слишкомъ колеблетъ вольтажъ, но отъ 250 сильного его уже можно пускать, хотя конечно колебанія замѣтны. Но здѣсь отношеніе между мощностью двигателя и мощностью генераторовъ слишкомъ неблагопріятно.

При работѣ 150 сильнымъ генераторомъ вліяніе 20 сильныхъ двигателей замѣтно, а при работѣ 250 сильного это вліяніе мало и вполне допустимо. Конечно надо, чтобы машинистъ точно прибавлялъ или убавлялъ воду, когда включаютъ или выключаютъ двигатели, но это обусловлено отсутствіемъ автоматической регулировки хода турбины.

Во всякомъ случаѣ, если приходится имѣть дѣло съ большими двигателями, то лучше вести для двигателей особую линію вплоть до распределительнаго щита въ центральной станціи, чтобы избѣжать переменныхъ нагрузокъ сѣти.

Соединеніе корпуса машинъ съ землею.

Въ заключеніе я позволю себѣ остановиться на вопросѣ первостепенной важности для всякой установки высокаго напряженія и насчетъ котораго существуютъ самыя противорѣчивыя воззрѣнія—надо ли соединять корпусъ машинъ высокаго напряженія съ землею или напротивъ надо его тщательно изолировать отъ земли.

Общество германскихъ электротехниковъ издавшее въ іюлѣ сего года правила для установокъ съ высокимъ напряженіемъ, оставило этотъ вопросъ открытымъ въ виду разногласій, существующихъ на этотъ счетъ, и дало правила для того и для другого случаевъ.

Въ С.-Петербургѣ на нѣкоторыхъ установкахъ этотъ вопросъ рѣшенъ въ одномъ, на другихъ—въ другомъ смыслѣ, напримѣръ на Охтенскихъ пороховыхъ заводахъ корпуса всѣхъ генераторовъ и трансформаторовъ надежно соединены съ землею особыми проводами, а на одной станціи въ городѣ (тоже на 2000 вольтъ напряженія) наоборотъ трансформаторы ставятся на стеклянныя подставки.

Я лично убѣжденный сторонникъ соединенія корпуса машинъ съ землею и притомъ въ силу слѣдующихъ соображеній. На станціи надо прежде всего обезпечить персоналъ отъ несчастныхъ случайностей при уходѣ за машинами. При работѣ генераторовъ машинистъ часто пробуетъ рукой, не грѣются ли подшипники; не дѣлать этого онъ не можетъ. Если изоляція обмотки якоря вдругъ въ одномъ мѣстѣ будетъ пробита, то корпусъ приметъ напряженіе соотвѣтственнаго мѣста провода, *если онъ изолированъ отъ земли* и больше не будетъ никакихъ явленій, которыя могли бы указать машинисту, что произошла порча. Если полъ машиннаго зданія обыкновенный плитный, то при оцупываніи подшипниковъ рукой, токъ изъ корпуса устремится черезъ руку

и тѣло машиниста въ землю, а это можетъ имѣть печальныя послѣдствія.

При соединеніи корпуса съ землею это произойти не можетъ, такъ какъ проводъ, соединяющій корпусъ съ землею, представляетъ гораздо меньше сопротивленія, чѣмъ тѣло человѣка.

Кромѣ того, въ этомъ случаѣ на приборахъ, постоянно показывающихъ состояніе изоляціи сѣти (а такіе приборы должны составлять *непрямую* принадлежность всякаго щита высокаго напряженія!), сейчасъ же обнаружится что изоляція даннаго провода испортилась и, слѣдовательно, могутъ быть приняты мѣры къ исправленію порчи.

То же самое относится и къ трансформаторамъ, хотя и въ меньшей степени, такъ какъ при тѣхъ рѣже приходится работать. Тѣмъ не менѣе я и въ этихъ машинахъ всегда соединялъ бы корпусъ съ землею, главнымъ образомъ вслѣдствіе второго указаннаго соображенія.

Въ пользу изолированія корпуса отъ земли приводятъ обыкновенно тотъ доводъ, что изоляція обмотокъ въ этомъ случаѣ подвергается меньшему напряженію и что для появленія короткаго замыканія, сопряженнаго съ пожарной опасностью, нужно чтобы испортилась изоляція проволокъ по крайней мѣрѣ въ *двухъ* мѣстахъ съ различными потенциалами, а при соединеніи корпуса съ землею достаточно *одного* поврежденнаго мѣста, чтобы вызвать эти явленія.

Это совершенно вѣрно и весь вопросъ сводится къ сравнительной оцѣнкѣ положительныхъ и отрицательныхъ сторонъ обоихъ способовъ.

Казалось-бы, что опасность прикосновеній, къ машинѣ съ изолированнымъ корпусомъ можно устранить устройствомъ вокругъ машинъ изолирующаго помоста, но это слишкомъ ненадежная защита, такъ какъ тутъ возможны всякія случайности: машиниста, стоящаго на помостѣ, можетъ тронуть лицо стоящее на полу или самъ машинистъ можетъ взяться за предметъ соединенный съ землею и проч.

На такой помостъ можно положиться лишь въ исключительныхъ случаяхъ и при полномъ знакомствѣ персонала съ высокимъ напряженіемъ.

Когда писались эти строки въ *Elektrotechnische Zeitschrift* отъ 29 іюля 1897 года появился проектъ правилъ, выработанныхъ въ Англии особой технической комиссіей при Торговой Палатѣ для установокъ съ токами высокаго напряженія. Первый параграфъ этихъ правилъ гласитъ:

«Фундаментные болты и корпуса всѣхъ генераторовъ должны быть надежно соединены съ землею».

Новый способ измерения гистерезиса в железе.

(Извлечение из сообщения Гилля Британской Ассоциации в Торонто).

Если кусок железа совершает попеременно обратное движение через магнитное поле без всякого вращения, причем направление поля меняется на обратное всякий раз, как железо выходит из поля, то это железо будет проходить полный магнитный цикл за каждый цикл своего движения и вследствие гистерезиса в нем будет теряться определенное количество энергии. Так как последняя доставляется железу только в вид механической работы, то в силу закона сохранения энергии потеря на гистерезис будет численно равна расходуемой механической работе.

На этом принципе и основывается описываемый ниже прибор, назначение которого заключается в измерении расходуемой таким образом работы.

Магнитное поле доставляется намотанным на латунную трубку соленоидом, расположенным и движущимся вертикально; его концы снабжены кольцами, скользящими по двум вертикальным стержням. К соленоиду прикреплен выступающий с одной стороны рычажок, к которому привязывается шнурок, идущий вертикально вверх на шкив с желобком. К другому концу шнура привязывается уравновешивающий груз. Вращая упомянутый шкив, можно двигать вверх и вниз соленоид и останавливать его в желаемом положении. Кусок испытуемого железа кладут на стремя такого размера, чтобы оно проходило через соленоид, и подвешивается на спиральной пружине, точка закрепления которой находится вертикально над центром соноида. От низа стремени к точке, находящейся вертикально внизу, идет другая вертикальная пружина, служащая для придания стремени устойчивости. Стремя подвешивается так, чтобы кусок железа был вне магнитного поля, над соленоидом, когда последний занимает свое самое нижнее положение. При движении соноида вверх стремя с железом проходит через него и, когда соленоид достигает своего самого верхнего положения, железо оказывается почти вне поля. Когда соленоид сдвигает один ход вверх и вниз, причем магнитное поле меняет свое направление, когда кусок железа находится вне его, это железо проходит полный магнитный цикл, при условии, что оно и раньше проходило через поле и первоначально находилось в соответствующем циклическом состоянии.

Когда соленоид двигается вверх, железо притягивается вниз, причем сила притяжения увеличивается, пока не достигнет максимума, когда около половины куска железа находится внутри соноида. Затем притяжение ослабевает и дѣлается нулем, когда железо в центр соноида. До этой точки магнитная сила производит полезную работу, содействуя движению. При дальнейшем же движении соноида до его самого верхнего положения магнитная сила противодействует движению; притягательная сила дѣлается максимумом, когда железо наполовину вне соноида и его нижним концѣ, и становится нулем, когда соленоид находится в самом верхнем своем положении. Максимальная сила во вторую половину движения бывает больше максимальной силы за первую половину. Работа, производимая во вторую половину движения, также бывает больше работы за первую половину, причем разность представляет работу, расходуемую на прохождение железом половины цикла. Когда у магнитного поля изменяется направление и соленоид двигается вниз, дѣйствие бывает подобное тому, какое происходило при движении соноида вверх и производимая при этом работа будет такая же, при условии, что железо однородно.

Расходуемую в результате работу на движение же-

лѣза можно определить, наблюдая притягательную силу при различных положениях соноида и вычерчивая кривую расстояний и силы. Интеграл этой кривой даст составную работу, расходуемую на движение железа. Силу в различных точках можно определять, прокалбировать пружины, поддерживающія стремя, и затѣм наблюдая растяжение этих пружин. Гилль определял таким способом потерю на гистерезис в различных образцах железа при различной индукции, наблюдая в микроскоп растяжение пружины.

Чтобы сдѣлать этот способ пригодным для применения на практикѣ, къ описанному выше прибору прибавляется простое приспособление, которое интегрируетъ автоматически затрачиваемую работу. Со шкивомъ, движущимъ соленоидъ, неизмѣнно соединяется стеклянный дискъ, такъ что при вращении шкива этотъ дискъ вращается въ своей собственной плоскости, которая вертикальна, причемъ ось вращения проходитъ черезъ его центръ. Такимъ образомъ движение стекляннаго диска бываетъ пропорціонально движению соноида. Къ стремени, поддерживающему пробный кусокъ железа, прикрепляется рычагъ, идущий до стекляннаго диска. Этотъ рычагъ поддерживаетъ раздѣленный на градусы стальной дискъ, свободно вращающійся въ своей собственной плоскости около вертикальной оси, проходящей черезъ его центръ. Этотъ стальной дискъ слегка прижимается къ стеклянному диску, причемъ точка соприкосновения находится въ центрѣ послѣдняго. При движении соноида вверхъ железо притягивается внизъ, увлекая съ собою стремя. Вслѣдствие этого стальной дискъ вращается отъ центра стекляннаго диска. Тогда послѣдній сообщаетъ ему вращательное движение, скорость котораго зависитъ отъ его расстояния до центра, а такъ какъ это расстояние въ каждое мгновение пропорціонально притягивающей силѣ и движению стекляннаго диска пропорціонально движению соноида, то скорость вращения стального диска бываетъ пропорціональна работѣ, производимой въ каждый моментъ. Поэтому полная величина вращения будетъ пропорціональна полной произведенной работѣ. Слѣдовательно, для испытанія образца железа этимъ приборомъ необходимо только положить это железо на стремя, двигать соленоидъ вверхъ и внизъ, чтобы железо пришло въ циклическое состояніе, затѣмъ провести его черезъ магнитный циклъ и наблюдать величину вращения, сообщаемого стальному диску. Это и будетъ непосредственная мѣра израсходованной работы.

Постоянный приборъ опредѣляютъ, положивъ на стремя извѣстный вѣсъ и наблюдая величину вращения, сообщаемого диску, когда соленоидъ проходитъ извѣстное расстояние.

Пробный кусокъ железа можно заставлять проходить нѣсколько разъ магнитный циклъ и такимъ образомъ получается среднее изъ нѣсколькихъ отсчетовъ.

ОБЗОРЪ.

Нѣкоторыя новыя формы газовыхъ батарей и новый элементъ, расходующій уголь. Сообщение В. Кэза Британской Ассоцианіи въ Торонто.

Въ 1839 г. Грове сообщилъ объ изобрѣтенной имъ газовой батарее, считая ее самымъ простымъ приборомъ для произведенія электричества, но онъ никогда не признавалъ такой способъ за пригодный для практическихъ примененій. Чтобы облегчить соединеніе газовъ, Грове употреблялъ въ качествѣ поглотителя губчатую платину, по описываемымъ ниже опытамъ изслѣдованія Кэза показали, что, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ этихъ опытовъ, въ платинѣ или ея соединеніяхъ необходимости нѣтъ для соединенія газовъ при полученіи электрической энергии, — этимъ устраняется одна изъ главныхъ причинъ дороговизны газовой батареи. Опыты показали также, что углеродъ окисляется въ CO_2

при нормальной температурѣ, безъ сообщенія теплоты и съ производствомъ электрической энергій.

Изъ этихъ опытовъ можно видѣть, что платина не представляетъ собою существеннаго элемента для реакцій. Оба электрода въ каждомъ случаѣ могутъ быть угольными трубкой или пластинки. Физическое состояніе угля во многихъ случаяхъ играетъ очень важную роль.

Хлоро-угольный элементъ. Трубочатый электродъ изъ пористаго угля, по которому пропускался хлористый газъ, помѣщали противъ накаливаемой до-красна угольной палочки въ соляной кислотѣ съ удѣльнымъ вѣсомъ въ 1,10. Получалась электродвижущая сила отъ 0,50 до 0,54 в. въ зависимости отъ состоянія углей. Угольные электроды послѣ нагрѣванія собирали снова и опускали въ дистиллированную воду. Пока не пропускался газъ, эл.-дв. сила равнялась нулю, а при впускѣ хлористаго газа въ угольную трубку, при давленіи немного выше атмосфернаго, эл.-дв. сила постепенно возростала до 0,44 в. къ концу 26 часовъ. При замыканіи короткой вѣтвью получилось 0,01 амп., но быстро ушло до 0,02 ам. Внутреннее сопротивление было очень велико. Вынули электроды и подвергли растворъ анализу. Оказалось, что онъ содержалъ соляную кислоту и углекислоту. Повторили тотъ же самый опытъ въ темнотѣ, чтобы посмотрѣть происходитъ ли дѣйствіе въ отсутствіи свѣта. Хлористый газъ получался въ темнотѣ и проускался черезъ электродъ. Эл.-дв. сила возростала постепенно, какъ и въ первомъ случаѣ, такъ что дѣйствіе происходило и въ темнотѣ.

Угольный электродъ, черезъ который проходилъ хлоръ и расположенный противъ него отрицательный платиновый электродъ давали 0,40 вольта въ разведенной соляной кислотѣ, но въ цѣпи вольтметра эл.-дв. сила установилась не могла. По замыканіи короткой вѣтвью оба электрода покрывались газомъ и эл.-дв. сила падала до 0,24 в. При встряхиваніи напряженіе сразу поднималось до 0,40 в.

Отрицательный платиновый электродъ замѣнили угольнымъ. Онъ былъ очень пористый, съ мягкой и шероховатой поверхностью и нагрѣвался до-красна. Эл.-дв. сила достигла 0,58 в. и при замыканіи короткой вѣтвью дала 1,24 амп., но затѣмъ токъ медленно опустился до 0,30 амп. Отрицательный угольный электродъ окислялся.

Завернутый въ бумагу платиновый электродъ противопоставили въ соляной кислотѣ порошкообразному углю на двѣ стеклянной банки, причемъ въ растворъ близки платины впускали хлоръ. Получили эл.-дв. силу въ 0,60 в. и при замыканіи короткой вѣтвью въ 0,90 амп. Токъ поддерживался довольно устойчиво. Поверхность каждаго электрода была около 300 кв. см.

Элементъ такого же устройства, но съ графитомъ вмѣсто угля, далъ 0,54 в., но при замыканіи короткой вѣтвью токъ быстро падалъ, такъ какъ графитъ окислялся не настолько скоро, чтобы доставлять устойчивый токъ. Палочка изъ плотнаго угля, противопоставленная порошкообразному углю, дала 0,40 в. и при замыканіи короткой вѣтвью 0,20 амп. Палочка была завернута въ фильтровальную бумагу для прикрытія отъ плавающихъ частицъ порошкообразнаго угля и хлоръ впускался въ жидкость около нея. Взяли два маленькихъ стеклянныхъ стаканчика съ соляной кислотой, опустили въ одинъ угольную палочку, а въ другой платиновую пластинку и соединили ихъ опрокинутой U-образной трубкой. При впускѣ хлора въ сосудъ съ платиной получалась эл.-дв. сила въ 0,48 в., а когда хлоръ впускали въ стаканчикъ съ угольной палочкой, получалась эл.-дв. сила въ 0,14 в., но она почти сразу падала на 0. Когда хлоръ впускали въ оба стаканчика, не получалось никакой эл.-дв. силы.

Химическая реакція въ хлоро-угольномъ элементѣ была слѣдующая:



Кислородъ разлагаемой воды дѣйствовалъ на уголь, причемъ образовались соляная кислота и углекислота.

Элементы съ окисью углерода и хлоромъ. — Элементъ устраивался слѣдующимъ образомъ: — Онъ со-

стоялъ изъ стеклянной трубки съ внутреннимъ диаметромъ въ 5,7 см. и 15 см. длинной, закупоренной съ обоихъ концовъ пробками; черезъ эту трубку и ея пробки проходила пористая трубка съ наружнымъ диаметромъ въ 2,5 см., также закупоренная пробками съ обоихъ концовъ; въ обѣ камеры вставлялись угольные палочки, а также трубки для впуска и выпуска газа и эти камеры наполнялись сухимъ животнымъ углемъ, пропитаннымъ предварительно крѣпкой соляной кислотой. Ею же пропитывалась и пористая трубка. Хлористый газъ пропускался черезъ наружную трубку. Получилась эл.-дв. сила въ 0,18 в. Затѣмъ черезъ внутреннюю трубку стали пропускать окисъ углерода и напряженіе повысилось до 0,38 в. Незначительное повышение давленія газомъ увеличивало напряженіе. Стеклянная трубка нагрѣвалась. Эта реакція дала бы хлорокисъ углерода.

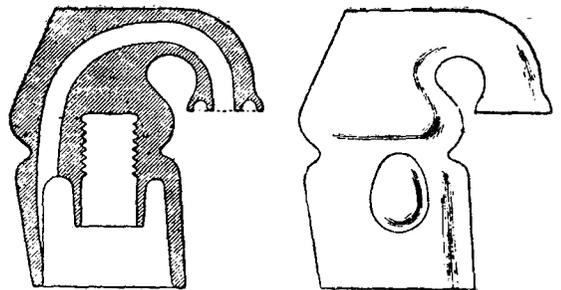
Элементъ съ болотнымъ газомъ и хлоромъ. — Два трубочатыхъ угольныхъ электрода въ 1,9 см. диаметромъ и 10 см. длинной противопоставлялись одинъ другому въ растворѣ соляной кислоты, причемъ черезъ одинъ пропускался хлоръ, а черезъ другой болотный газъ; этотъ элементъ давалъ эл.-дв. силу, измѣняющуюся, смотря по состоянію угля, отъ 0,60 до 0,70 в. При замыканіи короткой вѣтвью получался токъ въ 0,70 амп., но элементъ быстро поляризовался. Затѣмъ свѣжіе угольные электроды съ проходами черезъ нихъ газами помѣщали въ дистиллированную воду и эл.-дв. сила постепенно увеличивалась отъ 0 до 0,14 в. въ 12 часовъ. При анализированіи раствора въ немъ оказывалась соляная кислота и углекислота. Химическая реакція въ этомъ элементѣ такова:



Вычисленная эл.-дв. сила этого элемента равна 0,65 в.

При этихъ измѣреніяхъ эл.-дв. силы и тока употреблялся вольтметръ Вестона и миллиамперметръ. Сопротивленіе вольтметра 352 ома и его шкала отъ 0,01 до 3,00 в. Амперметръ показывалъ отъ 0,01 до 2,00 амп. Во всѣхъ опытахъ давленіе газа было только немного выше атмосфернаго.

Изоляторъ Жаке для поддержки проводовъ. Этотъ новый изоляторъ ввидѣ трубки предназначается для поддержки электрическихъ проводовъ, а также для прохода сквозь него проводовъ при переходѣ ихъ изъ воздушной линіи въ какое нибудь строеніе или обратно. Этотъ изоляторъ, долженствующій замѣнить употреблявшіеся до сихъ поръ входные изоляторы, помѣщается такимъ образомъ, чтобы воздушная линія прикрѣплялась или въ трубкѣ надъ колоко-



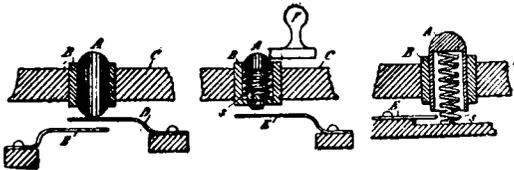
Фиг. 11.

ломъ, или при помощи двухъ ушковъ находящихся у колокола, какой бы ни былъ уголъ наклона линіи къ горизонту. Этотъ изоляторъ можетъ приспособляться къ какимъ угодно карнизамъ и можетъ оказать большія услуги для линій воздушныхъ проводовъ для освѣщенія или передачи энергій. Его употребленіе весьма просто: достаточно вогнать свинецъ, покрывающій кабель, до дна колокола, чтобы изоляція была превосходна.

Этотъ изоляторъ даетъ сбереженіе рабочихъ рукъ

при установке и сбережение электрической энергии вследствие хорошей изоляции во время эксплуатации этой установки.

Коммутаторы для электрических звонков. М. Висвангер (M. Biswanger) выпустил в обращение несколько различных усовершенствованных коммутаторов для электрических звонков, из которых мы рассмотрим только три, наиболее характерных. В первом обыкновенная кожаная кнопка заменена невысоким цилиндром А из какого либо



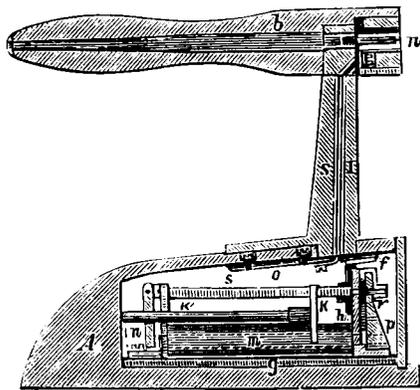
Фиг. 12.

изолирующего вещества, который с очень слабым трением передвигается во втулке В. Из двух пластинок — контактов D и E, верхняя D служит в то же время пружиной, возвращающей цилиндр А в прежнее положение по прекращении давления.

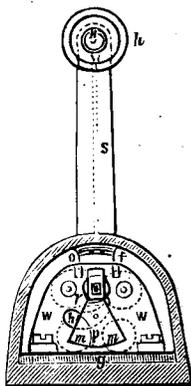
Два другие вида коммутаторов отличаются только формой цилиндрика А и расположением контактов. Так, во втором коммутаторе цилиндр А поддерживается пружинкою S, прикрепленною снаружи его, а в третьем внутри, для чего в последнем случае цилиндрик сделан полый.

(L'Éclairage Électrique № 37.)

Утюг, нагреваемый вольтовой дугой. Этот утюг, изображенный на фиг. 13 и 14, нагревается вольтовой дугой, которая образуется между угольным стержнем К и внутренней стянкой А утюга. Приспособление для регулировки этого утюга весьма просто и легко понимается. Оно состоит из двух соленоидов *mm* на железных сердечниках, укреплённых между двумя треугольными продолжения которых поддерживают бесконечный винт S. Этот винт оканчивается со стороны угольного стержня поддержкой *n* для этого последнего; на другом конце винта находится колесо *r* с загнутыми зубчиками и собачкой *h* и железный маятник Р, качающийся на оси S. Уголь К' поддерживается трубкою К, которая движется по винту S при его вращательном движении.



Фиг. 13.



Фиг. 14.

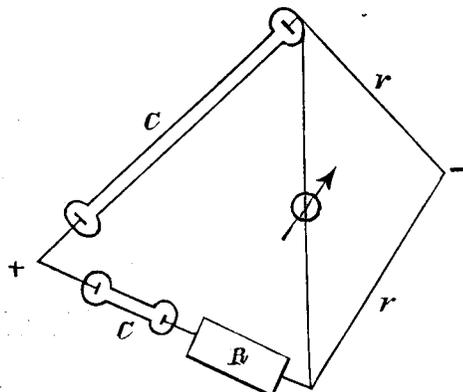
Цепь составляют масса железа дуги, соленоиды, пластина W', которая соединяет эти последние через

изолированные края угола с проводом S', лежащим в канале I в рукоятке и контакт D, который получает ток. Когда не проходит ток по цепи, часть которой составляет образующаяся вольтова дуга то соленоиды бездействуют и маятник Р начинает качаться на своей оси, как только начать гладить утюгом; во время своего движения маятник поворачивает винт S, в одном направлении благодаря собачке *h*, вследствие чего движется также держатель К и уголь К'. Когда образуется вольтова дуга, ток проходит через соленоиды, которые притяжением своих сердечников останавливают маятник Р. Этот последний освобождается когда прерывается дуга и снова подвигает уголь К' своим движением, которое сообщается ему при гладении утюгом.

(L'Écl. Electr.)

Способ измерения сопротивления электролитов при помощи постоянного тока.—Для измерения электролитического сопротивления Страудз и Гендерсон предложили следующий способ, в котором поляризация исключается и который выработан ими согласно с советом Кольрауша употреблять второй элемент с пластинкой того же размера и с таким же электролитом, как и в первом элементе; влияние разностей поляризации по возможности уничтожается применением высоких напряжений и больших сопротивлений.

Прилагаемый рисунок (фиг. 15) представляет схему



Фиг. 15.

прибора для производства измерений по способу, о котором идет речь. Этот прибор заключается в себе два равных сопротивления *r* и *r* и две ванны C и c одного и того же состава, соразмеряемых по длине измеряемого электролитического проводника. При помощи магазина сопротивлений R приводят к нулю гальваноскоп. Тогда $C = c + R$, потому что разность поляризации в ваннах не может причинить большой погрешности вследствие применения высоких напряжений (а кроме того эта разность очень мала и сама по себе, — не больше 1%). Экспериментаторы брали напряжения в 30 вольтов, сопротивления в 10 омев и сравнительные сопротивления в 1000 омев.

Чтобы можно было выражать удельные сопротивления прямо в омах, ванны устроили из двух маленьких мѣрок с толстыми стѣнками, снабженных буртиками и соединенных с капиллярными трубками. Ванны калибруют, измеряя их длину и взвешивая помещающуюся в них ртуть.

(L'Électricien).

БИБЛИОГРАФІЯ.

Справочная книжка для рабочихъ электротехниковъ. Пособіе для учениковъ школы рабочихъ электротехниковъ. Составлено Инспекторомъ школы *М. Курбановымъ*. Выпускъ I. С.-Петербургъ, 1897 г.

Настоящая справочная книжка предназначена для учениковъ упомянутой школы, находящейся въ вѣдѣніи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества и до выхода полного изданія не поступитъ въ продажу. Первый выпускъ содержитъ сравнительныя таблицы десятичныхъ и русскихъ мѣръ. Предполагалось развѣсить эти таблицы въ школахъ по стѣнамъ, но для большаго удобства пользования ими рѣшено было ихъ издать въ видѣ справочной книжки и не ограничиться только этимъ выпускомъ, а добавить къ нимъ нѣкоторыя свѣдѣнія по электротехникѣ.

Въ предисловіи къ первому выпуску мы читаемъ:

„Таблицы эти заимствованы изъ рѣдкаго изданія проф. Петрушевскаго съ его разрѣшенія, но только въ болѣе сокращенномъ видѣ и съ меньшимъ числомъ десятичныхъ знаковъ. Последнее обстоятельство вызвало тѣмъ, что въ настоящее время новое соотношеніе метра съ нашими мѣрами, перечисляемое въ Палатѣ Мѣръ и Вѣсовъ вызоветъ нѣкоторыя измѣненія въ таблицахъ, а именно въ послѣднихъ десятичныхъ знакахъ, которые въ данномъ случаѣ и отбрасываются, тѣмъ болѣе, что они никогда не понадобятся лицамъ, для коихъ предназначено это изданіе“. Въ виду большой полноты таблицъ вышедшей пока выпуска можетъ быть пригоденъ не только для учениковъ этой школы, но и вообще для лицъ, которымъ часто приходится имѣть дѣло одновременно и съ русской и метрической системой мѣръ и вѣсовъ.

Электротехника въ Россіи.

Электрической трамвай въ г. Елисаветградъ.

Къ числу немногихъ русскихъ городовъ примѣняющихъ у себя электрическую тягу относится Елисаветградъ.

Въ „Почтово-Телеграфномъ журналѣ, мы находимъ описаніе городского трамвая. Трамвайная линія проведена отъ вокзала желѣзной дороги черезъ центръ города по двумъ главнымъ улицамъ къ противоположной части города, пивоваренному заводу. Общая длина линіи $4\frac{1}{2}$ версты, но послѣ предполагаемаго продленія ея до загороднаго, такъ называемаго, казеннаго сада, она увеличится до 6 верстъ. На всемъ протяженіи имѣются довольно большіе и крутые подъемы съ закругленіями: наиболѣе крутой—въ 0,068 длиною въ 41 сажень заканчивается закругленіемъ радіуса въ 15 сажень и переходитъ въ дальнѣйшій подъемъ въ 0,006. Три самыхъ крутыхъ закругленія имѣютъ радіусъ = 12 саженямъ. На главныхъ улицахъ проложенъ рельсъ типа Феникса, по второстепеннымъ—Виніюла. Путь однопутный, шириною въ одинъ метръ, съ шестью развѣздами. Для лучшей электропроводности, стыки рельсовъ, кромѣ накладокъ, соединены еще кусками мѣдной проволоки (8 мм. діаметромъ)*). Контактный проводъ воздушный сдѣланъ изъ кремнистой бронзы, діаметромъ въ 8 мм. и раздѣленъ на двѣ отдѣльныя секціи, соединенныя каждая своимъ питательнымъ воздушнымъ кабелемъ съ центральной станціей, такъ что въ случаѣ поврежденія каждой секціи можетъ быть выключена безъ остановки линія въ другомъ участкѣ.

*) При открытіи трамвайнаго движенія нѣкоторыя изъ этихъ соединеній оказались испорченными, такъ что при проходѣ вагона черезъ такія мѣста на мѣстной телефонной станціи отпадали всѣ нумераторы коммутатора, что прекратилось послѣ исправленія поврежденныхъ мѣстъ.

Вагономоторы, американской фирмы Валькеръ въ Кле-велендѣ на 36 мѣсть (20—сидячихъ и 16—стоячихъ) снабжены каждый двумя двигателями по 25 силъ, такъ что движущая сила каждаго вагономотора равняется 50 силамъ. Такая большая мощность вагономотора обусловливается тѣмъ, что на самомъ крутомъ подъемѣ устроенъ развѣздъ, на которомъ приходится останавливаться и черезъ стѣлки котораго проходятъ самымъ тихимъ ходомъ, во избѣжаніе соскакиванія ролика съ контактнаго провода.

Регулировка скорости производится измѣненіемъ сопротивленія реостата, включеннаго передъ двигателями и комбинированіемъ послѣдовательнаго и параллельнаго включенія двигателей, причемъ наибольшая скорость получается при параллельномъ соединеніи двигателей безъ всякаго сопротивленія, когда они работаютъ при напряженіи въ 500 вольтъ, а минимальная—при включеніи всѣхъ трехъ секцій реостата и послѣдовательномъ соединеніи, когда двигатели работаютъ при 200 вольтъ.

Тормажение производится ручнымъ тормазомъ.

Электрическая станція, находящаяся почти посрединѣ линіи обладаетъ двумя котлами системы Вабкокъ-Вилькокса, двумя горизонтальными паровыми машинами фирмы Эшеръ Виссъ и К^о въ Цюрихѣ и двумя динамо-машинами Эрликона компаундъ, въ 102 киловатта. Поверхность нагрѣва каждаго котла равняется 132 кв. метра, а поверхность колосниковой рѣшетки—26,5 кв. м. Рабочее давленіе пара около 9 атмосферъ. Паровыя машины, мощностью каждая въ 150 лощ. силъ, приводятъ въ дѣйствіе динамо-машины помощью ременной передачи. При 350 оборотахъ въ минуту динамо даютъ 550 вольтъ. Обмотки якоря установлены въ его желѣзній остовъ и состоятъ изъ толстыхъ мѣдныхъ полосъ.

На мраморной распределительной доскѣ находятся два громоотвода Томсона, включенные въ два питательныхъ провода. Выборъ мѣста для этихъ громоотводовъ неудаченъ, такъ какъ возможно, что при разрядѣ испортятся приборы. Коммутация приспособлена такъ, что можно включать обѣ машины параллельно. Между приборами интересенъ по своей конструкціи автоматическій реостатъ для регулированія постоянного напряжения при параллельномъ соединеніи динамо-машинъ. Два реле замыкаютъ контактъ, одно при повышеніи напряженія, другое при пониженіи и такимъ образомъ, помощью маленькаго двигателя, заставляютъ двигаться контактъ въ ту или другую сторону, пока машина не дастъ напряженія въ 550 вольтъ. На той же доскѣ помѣщаются вольтметры, амперметры, свинцовые предохранители и два автоматическіе выключателя, выбрасывающіе коммутаторы при ненормальномъ повышеніи силы тока, вызванномъ землянымъ или какимъ нибудь побочнымъ сообщеніемъ. Изъ двухъ группъ машинъ всегда работаетъ только одна, приводящая въ дѣйствіе 10 вагоновъ. Въ дни большого движенія къ вагономоторамъ прицѣпляютъ еще вагонъ. Для предохраненія трамвайнаго провода отъ сообщенія съ телефонными проводами будутъ употребляться прочныя стѣпки, при пересѣченіи съ многопроводными линіями, и асфальтированныя рейки при встрѣчахъ съ отдѣльными проводами.

Для ослабленія вреднаго вліянія индукціи трамвайнаго провода на телефонъ, для дальнихъ абонентовъ будетъ данъ обратный проводъ, для близкихъ же, во избѣжаніе перехода тока черезъ землю, земля будетъ дапа общая для нѣсколькихъ абонентовъ и, наконецъ, магистраль одной изъ улицъ, по которой проходитъ трамвай, будетъ разбита вслѣдствіи узкости улицы на двѣ, проведенныя по смежнымъ улицамъ. Всѣ эти работы производится за счетъ пріидринимателя трамвая, комъ является кievскій капиталистъ г. Бродскій, получившій отъ городского управленія г. Елисаветграда концессию на 50 лѣтъ.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Лордъ Кельвинъ о запасахъ топлива и воздуха на земномъ шарѣ. — Въ своемъ сообщеніи по этому предмету Британской Ассоціаціи Кельвинъ сначала сдѣлалъ краткій очеркъ происхожденія топлива на землѣ. Онъ указалъ, что источникомъ топлива является древняя растительность, причемъ животное топливо отнесъ къ тому же источнику, такъ какъ всѣ животныя были первоначально травоядныя. По его мнѣнію на землѣ вѣроятно не существовало никакого топлива до начала жизни на этой планетѣ, т. е. до эпохи, продолжительность которой, по его мнѣнію, не менѣе 20.000.000 лѣтъ. За образецъ топлива онъ беретъ такое, для сжиганія котораго кислорода требуется въ 3 раза больше его вѣса и, опредѣливъ полное количество кислорода въ атмосферѣ, высчитываетъ этимъ путемъ возможное максимальное количество топлива на нашей планетѣ. Впрочемъ, онъ не принимаетъ въ расчетъ кислородъ въ водѣ и въ твердыхъ тѣлахъ на землѣ. Рассчитанное такимъ образомъ полное количество кислорода равняется 1.020.000.000.000 тоннъ, а опредѣляемый отсюда вѣсъ топлива долженъ быть не больше 340.000.000.000 тоннъ. Обрисовавъ вкратцѣ процессъ отвердѣванія расплавленнаго земного шара и кристаллизацию первобытныхъ каменныхъ породъ, Кельвинъ сообщилъ нѣкоторыя свѣдѣнія о запасѣ топлива въ Великобританіи, который по его мнѣнію больше того количества, какое можно было бы сжечь всѣмъ кислородомъ воздуха, находящагося непосредственно надъ великобританскими островами. Затѣмъ докладчикъ пере-

шелъ къ дѣйствию солнечнаго свѣта, производящаго запасаніе энергіи и топлива, причемъ сдѣлалъ интересное указаніе относительно мощности такого дѣйствія солнечнаго свѣта, которая въ среднемъ измѣряется двумя тоннами растительности на квадратный метръ земной поверхности на широтѣ Англіи въ теченіе тысячелѣтія.

Длина земной телеграфной сѣти. — По послѣднимъ исчисленіямъ длина всей телеграфной сѣти земного шара достигаетъ 7.900.000 км. Въ ряду частей свѣта первое мѣсто занимаетъ Америка съ ея 4.050.000 км.; за ней слѣдуетъ Европа съ 2.840.000 км. Въ упомянутыя числа не входятъ еще 292.000 км. подводныхъ кабелей.

Большая многополюсная динамо компания Грамма. — Однимъ изъ наиболѣе замѣчательныхъ электрическихъ экспонатовъ брюссельской выставки являются двѣ большихъ многополюсныхъ динамо-машинъ постоянного тока, построенныхъ парижской компаніей Грамма. Каждая динамо при 200 оборотахъ въ минуту доставляетъ 3000 амперовъ при 135 вольтахъ и можетъ быть соединена непосредственно со своимъ двигателемъ или получать вращеніе отъ него при помощи ременной передачи. Якорь обмотанъ параллельно, такъ что имѣется столько же паръ щетокъ, сколько полюсовъ; обмотка электромагнитовъ въ отвѣтвленіи. Промышленное полезное дѣйствіе — 94,2%. Фирма строитъ машины этого типа до 800 лш. силъ. Прилагаемая таблица содержитъ основныя данныя для нѣсколькихъ образцовъ этихъ машинъ до 475 лошадиныхъ силъ:

Типъ.	Вольты.	Амперы.	Ватты.	Обороты въ минуту.	Число лампъ въ 3 ¹ / ₂ ватта на свѣчу.		Лш. силы двигателя.	Вѣсъ въ тоннахъ.
					16 свѣчей.	10 свѣчей.		
O	120	500	60.000	600	1.070	1.714	92	3 ³ / ₄
R	125	750	93.750	400	1.674	2.678	143	6 ¹ / ₄
T	125	1.200	150.000	350	2.678	4.285	226	9 ¹ / ₂
X	125	1.800	225.000	275	4.017	6.428	332	15 ¹ / ₂
Z	125	2.600	325.000	225	5.800	9.285	475	28 ¹ / ₂

Индукционный двигатель въ 400 лш. силъ. — Компания Вестингауза установила недавно на станціи Ниагарскихъ водопадовъ самый большой изъ существующихъ электродвигателей индукціоннаго типа Теслы въ 400 лш. силъ. Онъ снабжается токомъ при 2000 вольтахъ прямо отъ огромныхъ динамомашинъ генераторной станціи Ниагарскихъ водопадовъ и до сихъ поръ дѣйствуетъ вполне удовлетворительно. Въ скоромъ времени будетъ установленъ другой подобный двигатель.

X-лучи и подлинность мумій. Какой-то американецъ приобрѣлъ нѣсколько частей египетскихъ мумій, завернутыхъ въ погребальныя ткани. Въ подлинности этихъ остатковъ глубокой древности очень сомнѣвались его друзья, одинъ изъ которыхъ даже утверждалъ, что роль рукъ и ногъ мумій играютъ резиновыя имитаци. Такъ какъ владѣлецъ не соглашался на порчу мумій чрезъ снятіе покрововъ, то рѣшено было прибѣ-

гнать къ помощи рентгеновскихъ лучей. Опытъ вполне удался и обнаружилъ несомнѣнное присутствіе костей, къ полному удовольствію антикварія-любителя.

Побочное сообщеніе на Ниагарской электрической желѣзной дорогѣ. — Слѣдующій случай, происшедшій весной этого года на Ниагарскихъ водопадахъ, наглядно показалъ, насколько хорошо устроена тамъ установка. При постройкѣ новаго стального арочнаго моста чрезъ Ниагарское ущелье уронили въ проходившее большой кусокъ стали, который упалъ на прохода проходившей по ущелью электрической желѣзной дороги и оборвалъ ихъ, произведя побочное сообщеніе, продолжавшееся больше полчасы. Какъ оказалось, регуляторъ дѣйствовалъ настолько хорошо при этомъ, что на линіи записывающаго вольтметра это побочное сообщеніе дало только незначительное возвышеніе.

Редакторъ А. И. Смирновъ.