

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Новыя электрическія лампочки накаливанія съ химической точки зрѣнія.

Статья Д-ра Р. Бёма *).

Сильная конкуренція, возникшая для электричества со стороны газонакаливаемого освѣщенія, дала новый импульсъ попыткамъ усовершенствованія электрическихъ лампочекъ накаливанія. Попытки эти производятся главнымъ образомъ по двумъ направленіямъ: съ одной стороны пробуютъ замѣнять угольные калильные нити тѣлами накаливанія изъ иныхъ матеріаловъ, съ другой—стремятся достигнуть болѣе выгоднаго режима для старыхъ угольных лампочекъ. Первые лампочки Эдисона поглощали 4,5—5 ваттъ на 1 свѣчу-часъ, тогда какъ въ послѣдніе годы трата энергіи понизилась до 3,5 ваттъ. Нѣкоторые специальные типы, рассчитанные на высокое напряженіе, поглощаютъ даже всего лишь 2,5—3 вт. на 1 свѣчу-часъ и притомъ горятъ сравнительно долгое время съ достаточно постоянной силой свѣта. Но этимъ, вѣроятно, уже и достигнуть предѣла возможнаго усовершенствованія угольных лампочекъ, такъ какъ всѣ попытки повысить сопротивленіе угольных нитей прибавкой постороннихъ веществъ не привели до сихъ поръ ни къ чему. Въ качествѣ неплавящагося тѣла уголь былъ бы идеальнымъ веществомъ для лампочекъ накаливанія, если бы онъ не обладалъ непріятнымъ свойствомъ распыливаться при накаливаніи въ пустотѣ, благодаря чему стѣнки лампочки покрываются изнутри налетомъ угля, поглощающимъ довольно много свѣта. Кромѣ того, распыленіе угля вызываетъ измѣненія въ самой структурѣ калильной нити, сопровождаемые возрастаніемъ поглощенія энергіи. Распыленіе усиливается съ повышеніемъ температуры, такъ что угольные лампочки на 200—250 вольтъ портятся значительно быстрѣе, чѣмъ низковольтовыя, напримѣръ, на 110 вт. Но, какъ извѣстно, количество свѣта, испускаемое раскаленнымъ тѣломъ, возрастаетъ пропорціонально пятой степени его абсолютной температуры, такъ что основнымъ принципомъ рациональнаго освѣщенія слѣдуетъ считать примѣненіе возможно высокихъ температуръ; распыленіе же угля препятствуетъ въ данномъ случаѣ примѣненію этого принципа.

Когда это обстоятельство было выяснено, усилія изобрѣтателей направились въ поиски за другими тѣлами накаливанія вмѣсто угля. Нернсту высказалъ предположеніе, что между проводниками перваго рода, т. е. обладающими металлической проводимостью, врядъ ли можетъ найтись тѣло, пригодное для накаливанія съ цѣлью освѣщенія; тогда ему осталось искать между проводниками втораго рода, т. е. электролитами. Ему удалось установить, что окиси магнія, цирконія, торія, иттрія и другихъ рѣдкихъ зе-

мельныхъ металловъ, почти совершенно непроводящія тока при обыкновенной температурѣ, теряютъ свое сопротивленіе при нагреваніи и приобретаютъ неожиданно высокую проводимость. Нернсту удалось также въ значительной мѣрѣ устранить разлагающее электролитическое дѣйствіе тока на эти тѣла, но указанное основное свойство послѣднихъ—приобрѣтать проводимость только при высокой температурѣ—является принципиально неизбѣжнымъ и обусловливаетъ въ практикѣ главный недостатокъ лампочки Нернста: необходимость ея предварительнаго разогреванія. Многочисленные конструкции, пытающіяся устранить это неудобство тѣмъ или инымъ сочетаніемъ Нернстовой лампочки съ угольной, страдаютъ въ свою очередь недостаткомъ слишкомъ большой чувствительности къ колебаніямъ тока.

Тотъ самый изобрѣтатель, которому газовое освѣщеніе обязано своимъ спасеніемъ, сдумалъ также найти новое оружіе и для электрическаго освѣщенія. Въ концѣ 90 годовъ минувшаго ст. Ауэръ-фонъ-Вельсбахъ занялся поисками лучшаго тѣла накаливанія для электрическихъ калильных лампочекъ и нашелъ таковое въ одномъ изъ металловъ платиновой группы—осміи, плавящемся лишь при температурѣ вольтовой дуги. Такъ какъ осмій, вслѣдствіе своей ломкости, не поддается вытягиванію въ тонкую проволоку, то Ауэру пришлось выработать особый способъ изготовленія осміевыхъ нитей. Для этого очень тонко измельченный аморфный осмій замѣшивается съ органическими связующими веществами въ пасту, изъ которой, при помощи особаго пресса, выдавливаются тонкія нити, которые высушиваются и прокаливаются безъ доступа воздуха до тѣхъ поръ, пока органическая примѣсь не обуглится вполне и не начнетъ также проводить токъ. Послѣ этого нити, состоящія, значитъ, кромѣ осміи, еще изъ мелкораздробленнаго угля, накаливаются довольно продолжительное время до яркоребраго каленія въ атмосферѣ водорода, насыщеннаго парами воды; при этомъ весь углеродъ выгораетъ, а частички осміи спекаются въ крѣпкую, однородную нить.

Оставляя въ сторонѣ то обстоятельство, что до сихъ поръ для продажи удалось фабриковать осміевыя лампочки лишь для низкихъ напряженій тока, наиболѣе сомнительнымъ пунктомъ при оцѣнкѣ практическаго значенія осміевой лампочки слѣдуетъ считать трудность полученія достаточныхъ количествъ осміи, въ виду рѣдкости находженія его въ природѣ. Раньше этотъ металлъ имѣлъ такъ мало примѣненій, что для нихъ хватало того осмія, который получается въ качествѣ отброса при добычѣ и переработкѣ платины. Но фабричное производство осміевыхъ лампочекъ требуетъ несравненно большихъ количествъ. Ауэръ поэтому, раньше чѣмъ выступить публично со своимъ изобрѣтеніемъ, скупилъ всѣ имѣвшіеся на-лицо запасы осмія. Вскорѣ послѣ этого стоимость осмія поднялась до 5000 марокъ кило. Съ осміевой лампочкой и газонакаливаемой горѣлкой мы имѣемъ передъ собой рѣдкій случай, что

*) Chem.-Ztg. 1906, №№ 56 и 60; въ передачѣ сдѣланы нѣкоторые сокращенія.

два важных изобретения одного и того же изобретателя вступают в конкуренцию друг с другом и, что особенно интересно, оба фабрикуются и эксплоатируются одним и тем же обществом. „Ауэровское Общество“ утверждает, что у него имеется достаточный запас осмия для выделки нескольких миллионов лампочек, а также для поддержания производства на той же высоте и в будущем. Так как оно покупает перегоревшие лампочки обратно (по цене 75 пфен. штука), то оно надбавит таким путем пополнить свои запасы осмия. Кроме того образовалось горное общество специально с целью добывания новых количеств этого металла.

Металлы обладают электропроводимостью не только в твердом, но также в расплавленном и парообразном состоянии. Уже в 1860 году англичанин Уэй показал, что можно получить сильный свет, пропуская ток через пары ртути. После этого первого опыта ртутная лампа была долгое время забыта. Лишь 20 лет спустя о ней зашла вновь речь в привилегиях Рапиэва и Ризе, а также Ланганса (1887), но лампы этих изобретателей оставались чисто лабораторными приборами. Большой успех имела ртутная лампа Аронаса (1892), но и ей не удалось пробиться на путь практического применения. Лишь несколько лет тому назад, после более основательного исследования электрического характера паров ртути, Петер Купер Юитту удалось настолько усовершенствовать ртутную лампу, что она могла получить практическое значение. Основным условием для конструкции годной лампы оказалось, по опытам Юитта, поддержание внутри ее вполне определенной температуры и плотности ртутного пара. Всеобщему распространению новой ртутной лампы мешает пока главным образом, то обстоятельство, что она испускает не белый, а голубоватый зеленый свет. Красные лучи в нем вполне отсутствуют, так что свет лампы изменяет все цвета за исключением белого и черного. За то свет ртутной лампы чрезвычайно богат ультрафиолетовыми лучами, изучение которых приобрело в последние годы столь выдающийся интерес как с научной, так и с практической точки зрения (например, Финзенский метод лечения опухолей и т. под.). Так как обыкновенное стекло сильно поглощает ультрафиолетовые лучи, то для изготовления ртутных ламп с данной целью пришлось обратиться к другому материалу, а именно к сплавленному, аморфному горному хрусталу. Из такого, так называемого, кварцевого стекла фирма В. Гересу в Ганау выдвигает ртутные лампы, обратившие на себя общее и заслуженное внимание на съезде естествоиспытателей в Бреславле в 1905 году. Уже сильный запах озона вокруг такой лампы во время ее горения свидетельствует о большом количестве испускаемых ею ультрафиолетовых лучей, активирующих кислород воздуха. Спектроскопические исследования обнаружили, что спектр лампы простирается в эту сторону до длины волны 220 м. Широкому распространению кварцевой ртутной лампы мешает лишь высокая цена сосудов из сплавленного хрустала, в связи с их ломкостью. Технику известного стеклянного завода Шотта (Schott & Genossen) в Ленге, д-ру Чиммеру, удалось недавно выработать особый сорт стекла, довольно свободно пропускающий ультрафиолетовые лучи. Спектр ртутной лампы из этого стекла (получившего название „увиола“) простирается в сторону ультрафиолетовых лучей до волны 253 м, что вполне достаточно для медицинских применений, так как лучи более короткой волны все равно обладают слишком малой способностью проникновения. Видимая часть спектра увиолевой лампы, начинаясь с 405 м, доходит лишь до 579 м. Лампы Шотта и Гересу оказывают услуги также и для других целей, помимо медицинских; так, они очень удобны для фотографирования и копирования, также

для испытания прочности красок в текстильной промышленности; линяние материй совершается, как известно, от действия солнечного света, главным образом его ультрафиолетовых лучей; неблагоприятные климатические условия средних широт вынуждают красочные заводы, для ускорения испытания красок, производить его на юге, пользуясь более ярким солнцем; многочисленные опыты показали, что и в этом случае увиолевая лампа может вполне заменить яркий солнечный свет. Поразительное действие оказывает эта лампа на мелких насекомых; так, комнатные мухи убиваются ее лучами на расстоянии около 1½ см. в течение одной минуты: под лампой, светившей в летнюю ночь в комнате с открытым окном, оказалось к утру тысячи убитых мелких ночных насекомых. Убийственно действует увиолевая лампа также и на бактерий.

Построенная также д-ром Шоттом и показанная им на последнем съезде естествоиспытателей в Меране так называемая флуоресциновая лампа представляет собой видоизменение увиолевой и отличается тем, что в ней устранена еще большая часть видимого спектра; она горит поэтому довольно темно и окружающие предметы кажутся в ее свете неясными и расплывчатыми. Но во многих случаях, например, в урановом стекле, родминит, флуоресцент и т. д., лучи этой лампы вызывают флуоресценцию, и притом настолько сильную, что они начинают светиться сильнее, чем сама лампа; подобное же явление в более слабой степени показывают жезелинг, ланолит, мыла и человеческая кожа. На кожу при этом становятся заметными различные изменения, невидимые при обыкновенном дневном свете, так что „флуоресциновая“ лампа оказывается пригодной не только для терапевтических и патологических целей, но также и для диагноза.

Герц давно сделал известное открытие, что ультрафиолетовые лучи обладают способностью возбуждать отрицательные электроны из тела, на которые они падают. Поэтому увиолевая или кварцевая лампа также вызывает сильную ионизацию, что ясно обнаруживается находящимся в ее близости электроскопом; как это явление, так и упомянутое выше флуоресцирование живо напоминают аналогичные свойства радия. При всех работах с ультрафиолетовыми лучами необходимо защищать глаза очками, так как иначе они легко подвергаются сильному воспалению. Еще 50 лет тому назад французские ученые Ренье и Фуко высказали мнение, что фиолетовые и ультрафиолетовые лучи вредны для глаз, а именно тем, что вызывают флуоресценцию жидкого тела глаза и тем самым утомляют глазной нерв, а также вызывают изменения в прозрачных тканях глаза. Так как ртутная лампа особенно богата химическими действующими лучами, то свет ее сильнее разрушает активное вещество сетчатой оболочки глаза, так называемый зрительный пурпур, чем другие обычные источники света. Поэтому с гигиенической точки зрения следует отдавать предпочтение тем способам освещения, которые дают желтоватый или красноватый свет. В виду того, что своеобразный зеленоватый свет лампы Юитта действует неприятно на глаз, пробуют искусственно обогащать ее спектр красными лучами, соединяя с обыкновенными лампочками накаливания („ортохромовая“ лампа) или сдвигая спектр в сторону более длинных волн при помощи различных флуоресцирующих пигментов.

Много попыток было сделано заменить ртуть каким-нибудь другим металлом, но до сих пор безуспешно: распыление и регенерация отрицательных электродов связаны в других металлах с слишком большими затруднениями. Пробовали, сохраняя ртутные электроды, наполнять лампу другими газами—но также без каких-либо положительных

результатов. Вернер фон Бальтон возвратился поэтому опять къ идеѣ Ауэра и пришелъ такимъ образомъ къ своей танталовой лампѣ. Танталъ, подобно осмію, представляетъ собой металлъ, обладающій температурой плавленія значительно выше точки плавленія платины (а именно около 2250—2300°), который уже Эдисонъ пытался, но безъ успѣха, пользоваться для выдѣлки калийныхъ нитей. Электрическое сопротивление тантала, какъ и осмія и другихъ металловъ, возрастаетъ, и довольно сильно, съ повышеніемъ температуры. При комнатной температурѣ оно составляетъ лишь 0,165 ома на 1 м. длины и 1 кв. мм. сѣченія, при температурѣ горѣнія лампочки—0,850 ома. Механическія свойства тантала при обыкновенной температурѣ очень хороши (сопротивленіе разрыву=93 кило на 1 кв. мм., для стали по кольраушу 70—80 кило), такъ что онъ довольно легко поддается различной обработкѣ, но при накаливании онъ, какъ и осмія, становится мягкимъ, а послѣ 200—300 часовъ горѣнія хрупкимъ. Танталовыя ламповыя нити имѣютъ лишь 0,035—0,05 мм. толщины; 25 свѣчая лампа на 110 вольтъ требуетъ нить (поперечника 0,05 мм.) длиной въ 650 мм., вѣсящую 0,022 грм., такъ что 1 кило тантала достаточно для выдѣлки 45000 лампочекъ. Нить длиной въ 650 мм., конечно, не можетъ быть умѣщена внутри лампочки въ видѣ такихъ простыхъ петель, какъ въ угольныхъ лампочкахъ; подобное же обстоятельство заставляетъ въ осміевой лампочкѣ ограничиваться низкими напряжениями, но для танталовой фирмѣ Сименсъ и Гальске съ Шольфиномъ (нѣм. прив. 159096) удалось сконструировать груши со стеклянными рамами и опорами внутри, на которыхъ могутъ быть намотаны въ видѣ различныхъ звѣздообразныхъ и т. п. рода фигуръ очень длинныя нити. Та же фирма получила привилегію на изготовленіе сплавленнаго тантала изъ аморфнаго, а также на употребленіе для электрическихъ лампочекъ накаливанія нитей изъ другихъ тугоплавкихъ металловъ, напримѣръ, цирконія, торія, тинорія и эрбія (нѣм. прив. 165057, 169565). Для того, чтобы вполне устранить возможность образованія карбидовъ (что имѣло бы своимъ послѣдствіемъ быстрое разрушеніе нити), аморфный металлическій порошокъ пресуется въ пластинки и палочки безъ прибавки связующаго органическаго вещества и сплавляется затѣмъ въ электрической дугѣ безъ доступа воздуха или въ атмосферѣ какого нибудь индифферентнаго газа. Кусокъ тантала, разогрѣтаго до краснаго каленія, можетъ быть выпущенъ подъ паровымъ молотомъ въ листъ и, оставаясь совершенно гибкимъ, приобретаетъ твердость закаленной стали.

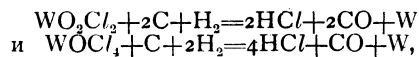
Цирконовая лампа. Карбиды металловъ дѣлятся, какъ извѣстно, на двѣ группы, изъ которыхъ карбиды одной разлагаются водой, другой—нѣтъ. Ко второй группѣ относится карбидъ цирконія, который нашелъ въ послѣднее время примѣненіе для производства калийныхъ нитей. По привилегіямъ Сандерса (нѣм. прив. 133701, 137568 и 137569), эксплуатация которыхъ въ Германіи находится въ рукахъ фирмы Hollefreund & Co въ Берлинѣ, цирконовыя тѣла накаливанія изготовляются изъ водородныхъ и азотныхъ соединений циркона при помощи органическихъ связующихъ веществъ. Для полученія этихъ соединений цирконовую землю восстанавливаютъ дѣйствіемъ металлическаго магнія въ струѣ водорода или азота, по способу Винклера. Въ противоположность анализамъ Винклера и Бейля, при этомъ, въ томъ случаѣ если восстановление производится съ избыткомъ магнія и при нагреваніи извнѣ, въ струѣ водорода получается чистое водородное соединеніе, отвѣчающее точно формулѣ ZrH_4 . Для удаленія избытка магнія и магнезій, продуктъ реакціи обрабатываютъ соляной кислотой, высушиваютъ и замѣшиваютъ въ тѣсто при помощи какого нибудь органическаго вещества. Изготовленные изъ такого тѣста нити высушиваются при 300° въ атмосферѣ водорода, во избѣжаніе окисленія. Такая нить обладаетъ еще

очень высокимъ электрическимъ сопротивленіемъ и потому чрезъ нее, когда она уже укрѣплена въ грушѣ, пропускаютъ токъ очень высокаго напряжения, при чемъ происходитъ образованіе карбида, который обладаетъ достаточно хорошей проводимостью; во избѣжаніе окисленія груша наполняется водородомъ; при усиленіи тока нить спекается, становится твердой, приобретаетъ металлическій видъ и металлическую проводимость. По сообщенію Веддинга такая цирконовая лампа потребляетъ только 2 ватта на 1 свѣчу и работаетъ при низкомъ напряженіи тока.

Названная же выше фирма выпустила было въ продажу такъ называемую цирконо-угольную лампу, въ которой обыкновенная угольная нить была покрыта тонкимъ слоемъ цирконія; для этого (см. нѣм. прив. 140323 и 141353) угольная нить накаливается внутри груши токомъ въ атмосферѣ летучихъ цирконіевыхъ соединеній, причемъ, напримѣръ, 25 свѣчая лампочка превращается въ 30—32 свѣчевую, берущую при 220 вольтѣхъ 2,5 ватта на свѣчу. Недавно та же фирма Hollefreund & Co выпустила новую цирконовую лампу, въ которой будто бы на 1 свѣчу тратится только 1 ваттъ; нить ея также состоитъ изъ карбида цирконія, но съ меньшимъ содержаніемъ углерода.

Иридиевая лампа. Почти одновременно съ цирконовой появилась иридиевая лампа. Иридій, примѣненіе котораго съ этой цѣлью предложилъ еще Эдисонъ, обладаетъ чрезвычайной твердостью и хрупкостью и не даетъ вытягиваться въ нить. Практически примѣненіе его для лампочекъ накаливанія стало возможнымъ лишь по способу Гюльхера (нѣм. прив. 145456 и 145457). По этимъ привилегіямъ иридиевыя нити изготовляются изъ мелко раздробленнаго металла, при помощи связующихъ органическихъ веществъ, которыя затѣмъ выжигаются, послѣ чего нить спекается сильнымъ прокаливаніемъ. Иридиевая лампа, подобно осміевой, рассчитана только на низкія напряжения и не представляетъ серьезной конкуренціи для угольной лампочки уже въ силу рѣдкости находженія иридія. Подобно осміевой, она выгодна главнымъ образомъ при пользованіи аккумуляторами.

Вольфрамовая и молибденовая лампы. Къ металламъ, отличающимся своей тугоплавкостью и малой летучестью, относятся также вольфрамы и молибденъ. Мысль воспользоваться ими для лампочекъ накаливанія не нова, и уже извѣстно было нѣсколько способовъ покрывать платиновыя или угольныя нити тонкимъ слоемъ этихъ металловъ. Выданныя недавно привилегіи А. Юста и Ф. Ганамана въ Вѣнѣ (нѣм. прив. 154262) касаются, однако, способа изготовленія калийныхъ тѣлъ изъ самихъ металловъ. Какъ извѣстно, оксихлористыя соединенія вольфрама и молибдена восстанавливаются водородомъ при температурѣ краснаго каленія. Поэтому, при накаливаніи металлической или угольной нити въ атмосферѣ паровъ оксихлористаго вольфрама и избыточнаго водорода, восстанавливаемый вольфрамъ осаждается на нити и получается калийное тѣло съ сердцевиной изъ угля или металла и оболочкой изъ вольфрама. Опыты Юста и Ганамана показали, однако, что при соблюденіи нѣкоторыхъ условий реакція протекаетъ совсѣмъ инымъ образомъ. А именно, въ томъ случаѣ, если угольная нить сильно накаливается токомъ въ парѣхъ оксихлористаго вольфрама въ присутствіи лишь очень малаго количества водорода, то она цѣликомъ превращается въ чистый вольфрамъ. Дѣло въ томъ, что въ такихъ условіяхъ реакція протекаетъ по уравненіямъ:



т. е. уголь сгораетъ въ окись углерода, а на его мѣсто постепенно осѣдаетъ вольфрамъ. Когда весь

уголь вытѣсненъ вольфрамомъ, въ грушу вводится большая пропорція водорода, который теперь одинъ составляетъ соединеніе вольфрама, послѣдній же, осѣдая на нити, дѣлаетъ ихъ еще толще и крѣпче. По сообщенію „Соединеннаго Электрическаго Акціонернаго Общества“ въ Уйнестѣ, такимъ способомъ удается получать чрезвычайно тонкія нити изъ чистаго вольфрама, дающія возможность, даже для лампочекъ на 32 свѣчи, достигать рабочаго напряженія 110 вольтъ.

Графитовая лампа. Обыкновенныя угольныя калильныя нити получаютъ, какъ извѣстно, путемъ такъ называемаго препарирования, т. е. электрическаго прокалыванія въ атмосферѣ углеводородныхъ паровъ. Howell недавно нашелъ, что такія препарированныя нити подвергаются еще значительному измѣненію при болѣе сильномъ прокалываніи въ электрической печи, при 3000—3700°. Послѣ такой обработки нити выглядятъ какъ бы оплавленными, а ихъ электрическое сопротивление уменьшается на 80%. Температурный коэффициентъ проводимости при этомъ также сильно мѣняется и становится изъ положительнаго отрицательнымъ, такъ что нить приобретаетъ и въ этомъ отношеніи металлическій характеръ. Трата энергіи составляетъ въ лампѣ Howell'a 2,5 ватта на 1 свѣчу.

Л. Г.

Новое теченіе въ построеніи машинъ постоянного тока.

Статья I. Трюккаго.

Конструкція динамо и двигателей постоянного тока достигла, казалось, въ послѣдніе два-три года кульминаціонной точки своего развитія. Если мы сравнимъ всѣхъ машинъ, конечно, съ однимъ и тѣмъ же числомъ оборотовъ, приходящейся на единицу мощности, напримѣръ, на 1 квт., хотя бы въ 1896 году и 1902, то найдемъ, что въ 1896 году машина въ 6 квт. вѣсила около 140 килограммовъ на 1 киловаттъ, а въ 1902 году машина той же мощности и числа оборотовъ вѣситъ уже около 70 килограммовъ на каждый киловаттъ мощности. То же самое еще въ сильнѣйшей мѣрѣ мы видимъ и въ большихъ машинахъ: такъ, напримѣръ, въ 70 кв. машинѣ 1896 года на каждый киловаттъ приходилось около 47 килограммовъ вѣса, а въ 1902 году около 23 килограммовъ. Всѣ эти числа строго сравнимы, ибо относятся къ одному и тому же заводу Ламайера и тому же числу оборотовъ (1000). Такимъ образомъ мы можемъ положительно утверждать, что за періодъ съ 1896 по 1902 годъ вѣсъ машинъ понизился ровно вдвое, соотвѣтственно чему измѣнилась и цѣна *).

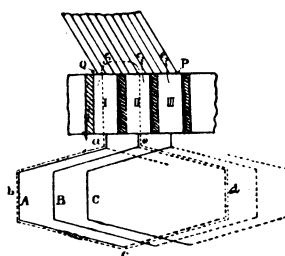
Но давленіе все возрастающей конкуренціи заставляетъ стремиться къ дальнѣйшему пониженію вѣса, къ лучшему использованию матеріала и объема; и такъ какъ поперекъ дороги въ этомъ направленіи стоятъ двѣ преграды, именно, нагреваніе машины съ одной стороны, и условія правильнаго коммутирования тока съ другой, то и всѣ усилія техники направлены были въ послѣднее время къ тому, чтобы преодолѣть эти два препятствія.

Что касается перваго, т. е. предѣльнаго возвышенія температуры машинъ, то самой радикальной мѣрой противъ него является искусственное охлажденіе, устройство вентилируемыхъ катушекъ, каналовъ и т. п., однимъ словомъ—всѣ тѣ извѣстныя средства, которыя позволяютъ увеличить охлаждаемую поверхность подверженныхъ нагреванію частей безъ силь-

наго увеличенія ихъ объема. Эти средства являются вполне дѣйствительными, и поэтому главнымъ затрудненіемъ являлось до сихъ поръ устройство правильной безыскорной коммутации.

Вопросъ объ отсутствіи искръ сталъ особенно важнымъ теперь, когда благодаря прогрессирующему распространенію паровыхъ турбинъ число оборотовъ вновь проектируемыхъ машинъ все увеличивается. Здѣсь уже вопросъ о правильной коммутации есть вопросъ не только экономіи, но и правильности самой работы машинъ. Употреблявшіяся съ такимъ успѣхомъ средства до самаго послѣдняго времени, какъ, напримѣръ, примѣненіе сильныхъ магнитныхъ полей, сильно насыщенныхъ зубцовъ якоря, большого отношенія ампервитки поля, ампервитки якоря, высокаго сопротивленія щетокъ, большого діаметра якоря въ сравненіи съ длиной, тщательной выдѣлки коллекторовъ—всѣ эти средства, которыя, увеличивая количество мѣди, сильно удорожали машину, являются устарѣлыми. Возникаетъ необходимость обратиться къ специальнымъ приспособленіямъ, которыя въ корнѣ бы уничтожили разъ навсегда при всякихъ нагрузкахъ всѣ тѣ причины, которыя вызываютъ искрообразование машины, уничтожили бы ихъ прямо, а не при помощи палліативовъ, какими являются всѣ предыдущія мѣры. И какъ часто бываетъ въ технику пришлось обратиться къ давно извѣстнымъ, но заброшеннымъ идеямъ компенсационныхъ обмотокъ и, главнымъ образомъ, вспомогательныхъ полюсовъ. Въ виду важности этихъ послѣднихъ полюсовъ и того переворота, который произвело введеніе ихъ въ построеніи динамо постоянного тока, мы позволимъ себѣ нѣсколько подробнѣе остановиться на теоріи коммутации, какъ она трактуется новѣйшими авторами, конечно, въ самой простѣйшей формѣ примѣнительно къ практическимъ расчетамъ.

Обратимся прежде всего къ вопросу, что собственно слѣдуетъ называть совершенной коммутацией. Если мы представимъ себѣ (фиг. 1) короткозамкнутую секцію обмотки *abcde*, примыкающую къ



Фиг. 1.

сегментамъ I и II коллектора, то мы найдемъ, что при переходѣ щетки съ сегмента I до сегмента II, сила тока въ коротко замкнутой секціи *ik* измѣнится отъ $-i_a$ до $+i_a$, гдѣ i_a обозначаетъ силу тока въ одной параллельной вѣтви обмотки якоря. Это измѣненіе можетъ произойти по различнымъ законамъ или, иначе говоря, это измѣненіе силы тока можетъ графически изображаться различными кривыми, уравненіе которыхъ мы для общности обозначимъ $i_k = \varphi(t)$, гдѣ t есть нѣкоторая доля періода T въ теченіе котораго совершается коммутация.

Противудѣйствующія электродвижущія силы, которыя долженъ будетъ преодолѣть токъ, проходящій по *abcde* во время короткаго замыканія, будутъ:

1) Электродвижущая сила реакціи самоиндукціи возникающая вслѣдствіе измѣненія силового потока вокругъ всѣхъ витковъ секціи *abcde* при измѣненіи тока отъ $-i_a$ до $+i_a$. Величина ея будетъ численно выражаться по Арнольду:

*) Ср. данныя Breslauer'a въ Niethammer. Einrichtung und Betrieb Elektrotechnischen Fabriken. S 343.

$$E_r = (L + \Sigma M) \frac{dik}{dt} = (L + \Sigma M) \frac{d\varphi(t)}{dt},$$

гдѣ L и M суть коэффициенты само- и взаимной индукции.

2) Омическое падение напряжения въ секціи— $i_k R_s$, гдѣ R_s —сопротивление одной секціи.

3) Омическое падение напряжения, возникающее въ точкахъ соприкосновения щетки съ коллекторомъ. Если между сегментомъ I и щеткой разность потенциаловъ e_1 , а между сегментомъ II и щеткой e_2 , то въ конечномъ счетѣ разность потенциаловъ, которую долженъ преодолѣть токъ короткаго замыканія будетъ $e_2 - e_1$.

Суммируя всѣ полученные такимъ образомъ противуэлектродвижущія силы, мы найдемъ, что для того, чтобы коммутированіе было возможно или для того, чтобы преодолѣть эти силы, слѣдуетъ въ коротко замкнутой секціи извнѣ индуцировать электродвижущую силу, которая бы въ каждый данный моментъ была бы имъ равна и противоположна. Величина ея, которую обозначимъ черезъ E_k , выразится слѣдующимъ образомъ

$$E_k = (L + \Sigma M) \frac{dik}{dt} + i_k R_s + e_2 - e_1 \dots (1).$$

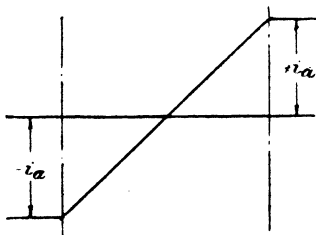
Такъ какъ сопротивление всей обмотки, а тѣмъ болѣе одной секціи незначительно, то пренебрегая имъ и обозначая $e_2 - e_1$ буквою E_f , мы перепишемъ полученное равенство въ видѣ

$$E_k = E_r + E_f \dots \dots \dots (2).$$

Обѣ величины E_r и E_f играютъ очень большую роль въ теоріи коммутации и величина ихъ служитъ критеріемъ совершенства машины въ этомъ отношеніи. Первая изъ нихъ вездѣ фигурируетъ подъ терминомъ электродвижущая сила реакціи самоиндукціи (Reactanzspannung), второй же E_f Пунга *) далъ названіе—электродвижущая сила искрообразования.

Возвращаясь теперь къ тому, когда коммутацию слѣдуетъ считать совершенной, отмѣтимъ, что большинство изслѣдователей считали идеально необходимымъ для этого условіемъ, чтобы электродвижущая сила искрообразования $E_f = e_2 - e_1$ была бы равна нулю, т. е. чтобы $e_2 = e_1$ или разность потенциаловъ между щеткой и коллекторомъ въ разныхъ сегментахъ I, II, III... (фиг. 1) была бы одинакова, а слѣдовательно на всей поверхности соприкосновения щетки была бы одна и та же плотность тока. Не составляеть никакого труда показать, что въ этомъ случаѣ въ коротко замкнутой секціи сила тока будетъ измѣняться по прямой линіи, прямо пропорціонально времени, и, напримѣръ, по истеченіи промежутка $\frac{T}{2}$ токъ отъ $-i_a$ уменьшается до 0, а въ слѣ-

дующій $\frac{T}{2}$ возрастетъ снова до $+i_a$ (фиг. 2).



Фиг. 2.

Уравненіе $i_k = \varphi(t)$ будетъ въ этомъ случаѣ имѣть видъ

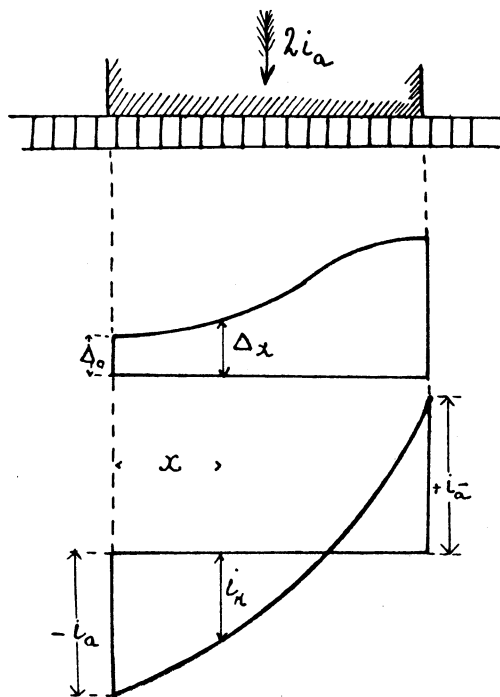
*) Das Funken von Kommutatormotoren mit besonderer Berücksichtigung der Einphasen-Kommutatormotoren von F. Punga. Hannover, 1905.

$$i_k = i_a \left(1 - \frac{2t}{T}\right),$$

а уравненіе (2)

$$E_k = (L + \Sigma M) \frac{dik}{dt} = (L + \Sigma M) \frac{2i_a}{T}.$$

Изъ этого выраженія слѣдуетъ, что для достиженія совершенной коммутации мы должны тѣмъ или инымъ способомъ индуцировать въ коротко замкнутой секціи электродвижущую силу, которая (принимая множитель $L + \Sigma M$ постояннымъ) должна сохранять неизмѣнной свою величину во время всего періода коммутации и съ другой стороны измѣняться при измѣненіи нагрузки прямо пропорціонально току въ якорѣ. При этомъ условіи, т. е. при постоянной плотности тока на поверхности коммутатора, потеря энергии въ коммутаторѣ будетъ минимумъ, не будетъ никакихъ дополнительныхъ токовъ и коммутаторъ въ электрическомъ отношеніи будетъ представлять изъ себя ничто иное, какъ простое контактное кольцо. Тѣмъ не менѣе нѣкоторые изслѣдователи находятъ болѣе выгоднымъ не прямое линейное распределеніе силы тока, соответствующее равной плотности тока, но наоборотъ, полагають, что для правильной коммутации выгоднѣе, чтобы плотность тока на переднемъ краѣ щетки была бы меньше, чѣмъ на заднемъ, и, слѣдовательно, чтобы распределеніе плотности тока соответствовало бы кривой, изображенной на фиг. 3. Такое распределе-



Фиг. 3.

ніе выгоднѣе, по ихъ мнѣнію, на томъ основаніи, что искры большей частью появляются на переднемъ краѣ щетки, гдѣ поѣтому и умѣстно ослабить плотность тока.

Имѣя кривую распределенія плотности тока Δi на поверхности щетки, мы тотчасъ же можемъ при помощи интегрированія вывести изъ уравненія и кривую силы тока подъ щетками

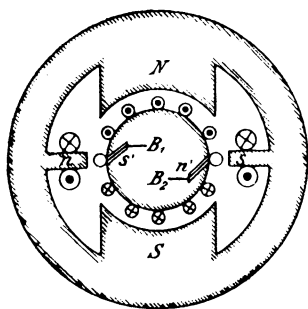
$$i_k = i_a - \int_0^s \Delta i dx = f(s) = \varphi(t)$$

Но послѣдующія наблюденія показали, что искро-

образование наблюдается и на заднем краю щетки и посредине, когда плотность тока в той или другой точке превысит допустимую величину. Вследствие этого, мы останемся при том же определении, что идеальной коммутацией будем называть такую, при которой сила тока изменяется линейным образом, или, что одно и то же, при которой плотность тока будет сохранять одну и ту же величину на всей поверхности соприкосновения щетки.

Для того, чтобы индуцировать извне необходимую электродвижущую силу E_k пришлось обратиться к вспомогательным полюсам.

Сама идея вспомогательных полюсов, равно как и компенсационных обмоток, очень стара и была предложена впервые Матером и Свинбурном в 1886 году, т. е. 20 лет тому назад, а затем выдвигалась в разное время Менисом, Свинбурном, Фишером Гинненом и другими. Все эти изобретения ставили себя, однако, другую цель. Авторы их имели в виду при их помощи нейтрализовать поле, создаваемое ампер-витками якоря при полной нагрузке машины и искажающее поле возбуждения. На фиг. 4 N и S изображают главные, а n и s вспомо-



Фиг. 4.

гательные полюса. Кружки и крестики обозначают направления тока в обмотке якоря. Созданное ампер-витками якоря магнитное поле будет иметь южный полюс S_1 у щетки B_1 , а северный полюс n' у щетки B_2 . Чтобы компенсировать это магнитное поле надо магнетизировать вспомогательные полюса таким образом, чтобы северный полюс n был бы у s' , а южный s у n' .

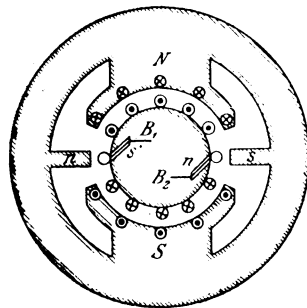
Теоретически идеальная компенсация была бы достигнута, если бы обмотку якоря просто напросто приложили бы в станин, или иначе говоря, чтобы каждой проволоке якоря соответствовала бы проволока в станин, по которой бы протекал ток равной силы, но противоположного направления. Станину можно было бы выполнить совершенно так, как статор индукционного двигателя переменного тока. Этот именно путь и выбрал Дери, но при дальнейших испытаниях он увидел себя вынужденным, кроме этой обмотки, устроить еще и вспомогательные полюса для возбуждения коммутирующего поля. Фиг. 5 представляет собою схематическое изображение двухполюсной машины Дери.

Между применением вспомогательной компенсационной обмотки и вспомогательных полюсов принципиально нет никакой разницы, так как совершенно все равно возбуждается ли вспомогательное поле особыми полюсами или обмоткой, расположенной в пазах станины, но при рассмотрении побочных обстоятельств можно прийти даже к тому заключению, что теоретически говоря, на стороне системы Дери даже некоторые преимущества.

Дело в том, что она не только уничтожает поле, возбуждаемое ампер-витками якоря, по направлению линии, соединяющей щетки, как и вспомогательные полюса, но она возбуждает вспомогательное поле и противодействует смещению силовых

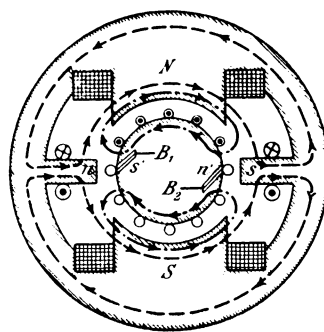
линий под полюсными башмаками и делает его даже отрицательным.

Больше того, не следует забывать о том, на что указал Бреслауэр *), что при вспомогательных полюсах магнитные потоки их противодействуют полю якоря только внутри самого якоря, а вне его, как это легко видеть, паразитные потоки силовых



Фиг. 5.

линий главных и вспомогательных полюсов не только не вычитаются, но даже усиливают друг друга, увеличивая разбегание. На фиг. 6 направления стрелок ясно указывают, где оба потока имеют одно и то же направление. Наоборот, в конструкции, предложенной Дери, это не только отсутствует но вообще всякое смещение линий совершенно и



Фиг. 6.

вполне компенсировано. Таким образом, с какой бы точки зрения мы ни смотрели, преимущество оказывается на стороне компенсирующих обмоток Дери или других.

Но дело совершенно меняется, когда на сцену выходят конструктивные или экономические соображения. Конструкция Дери есть ничто иное, как две перекрещивающиеся системы обмоток, что представляет большое затруднение для обмотки по шаблонам и приходится прибегать к обмотке от руки. Далее, изоляция никогда не может быть так хорошо выполнена, как при обмотке полюсов; но главное преимущество вспомогательных полюсов сравнительно с обмотками это экономия меди и при том очень значительная. Так как необходимое число ампер-витков в том и другом случае почти одинаково, то потребное количество меди, при равной допустимой потере энергии, прямо пропорционально средней длине одного витка; но уже с первого взгляда на фиг. 4 и 5 легко убедиться, насколько длина одного витка меньше у вспомогательного полюса. Большие точные подсчеты по выполненным машинам показывают, что средняя длина

*) Ср. интересную статью «Gleichstrommaschinen mit Hüllspulen. Versuche und Dimensionierung». Von Dr Max Breslau.

въ первомъ случаѣ вдвое меньше, чѣмъ во-второмъ. А такъ какъ при равной потерѣ энергии сѣченіе вдвое длиннѣйшей проволоки должно быть и вдвое больше, то можно утверждать, что система вспомогательныхъ полюсовъ требуетъ для компенсаціи въ четверо менѣе мѣди чѣмъ система Дери.

Переходя къ вопросамъ, относящимся къ расчету и проектированию вспомогательныхъ полюсовъ, мы должны прежде всего определить путь магнитнаго потока и вообще предположить извѣстнымъ распределение линій силъ.

Для уясненія себѣ теоретически этого распределения магнитнаго потока обратимся къ фиг. 4, причемъ для простоты потерями вслѣдствіе утечки мы пока пренебрежемъ и вспомогательные полюса n и s предположимъ отсутствующими. Если далѣе Φ_p и Φ_s будутъ соответственно числа линій силъ пронизывающихъ катушку и станину, R_p —совокупное магнитное сопротивление (reluctance) сердечника, между желѣзнаго пространства и зубцовъ, $2R_c$ магнитное сопротивление станины между двумя полюсами, а F_p магнитодвижущая сила обмотки одного полюса то по закону Кирхгофа должно для одной вѣтви магнитнаго потока существовать равенство

$$2F_p - 2R_p \Phi_p - 2R_c \Phi_c = 0$$

Между пунктами N и s разность магнитныхъ потенциаловъ будетъ

$$F = F_p - R_p \Phi_p - R_c \Phi_c;$$

но сравнивая это выраженіе съ предыдущимъ, мы найдемъ, что $F=0$, то есть вышесказанные пункты имѣютъ одинъ и тотъ же магнитный потенциалъ. Если мы теперь присоединимъ къ точкѣ S вспомогательный полюсъ безъ обмотки, то вслѣдствіе одинаковости потенциала въ точкѣ этой не пройдетъ никакой токъ короткаго замыканія и магнитный спектръ не измѣнится.

Если же мы надѣнемъ на эти вспомогательные полюса катушки съ магнитодвижущей силой F_a , то обозначая чрезъ Φ_a потокъ вспомогательныхъ полюсовъ, Φ'_p и Φ''_p —потокъ полюсовъ главныхъ, Φ'_c и Φ''_c потоки станины, а R_a магнитное сопротивление вспомогательнаго полюса + междужелѣзное пространство найдемъ для вѣтви sNs

$$F_p + F_a - R_p \Phi'_p - R_c \Phi'_c - R_a \Phi_a = 0$$

а для вѣтви sNs

$$F_p - F_a - R_p \Phi''_p - R_c \Phi''_c + R_a \Phi_a = 0.$$

Складывая почленно, имѣемъ

$$2F_p - R_p (\Phi'_p + \Phi''_p) - R_c (\Phi'_c + \Phi''_c) = 0 \dots (3).$$

Очевидно, хотя бы изъ симметріи, что

$$\Phi'_p = \Phi''_p$$

и что

$$\Phi'_c + \Phi''_c = \Phi'_p,$$

такъ что выраженіе 3 можно написать въ видѣ

$$2F_p - 2R_p \Phi'_p - R_c \Phi'_p = 0,$$

но по усл. (1)

$$2F_p - 2R_p \Phi_p - R_c \Phi_p = 0,$$

то есть,

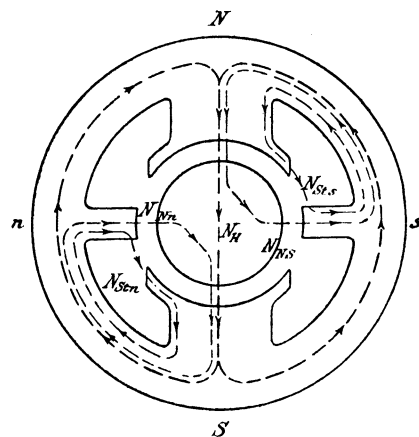
$$\Phi'_p = \Phi_p.$$

Иначе говоря, присоединеніе вспомогательныхъ полюсовъ не измѣняетъ существующаго распределения линій силъ въ потокѣ пронизывающемъ главные полюса, и оба потока какъ бы независимы другъ отъ друга.

Но, практически говоря, устраивая у машины вспомогательные полюса и располагая ихъ между главными, мы, конечно, оказываемъ и влияние на всѣ вѣтви магнитнаго потока, имѣющаго мѣсто въ машинѣ. И представляетъ чрезвычайный интересъ

изслѣдовать опытнымъ путемъ дѣйствительное направление магнитныхъ линій.

При сравненіи компенсаціонной обмотки Дери съ вспомогательными полюсами мы дали уже схематическое изображеніе фиг. 6, принадлежащее Бреслауэру, того, какъ распределяются паразитные потоки въ присутствіи вспомогательныхъ полюсовъ. Картина эта оспаривалась извѣстнымъ специалистомъ докторомъ Полемъ *), который съ своей стороны предложилъ слѣдующую схему магнитнаго потока, изображенную на фиг. 7. Мы видимъ изъ нея, что потокъ, идущій черезъ вспомогательный полюсъ и замыкается не чрезъ вспомогательный же полюсъ s , а черезъ главный полюсъ S . Точно также и паразитный токъ $N_{st,s}$ замыкается только чрезъ башмакъ одного полюса N . Исходя изъ этой диаграммы, Полю предлагалъ для уменьшенія этого послѣдняго паразитнаго потока $N_{st,n}$, увеличить магнитное сопротивление тѣмъ, что дѣлать разстояніе конца полюснаго



Фиг. 7.

наконечника главнаго полюса отъ одноименнаго вспомогательнаго больше, чѣмъ отъ разноименнаго.

Экспериментальное изслѣдованіе вопроса было предпринято Арнольдомъ **), и въ виду его интереса мы позволимъ себѣ остановиться на немъ нѣсколько подробнѣе. Онъ предположилъ въ началѣ, что главные и вспомогательные полюса взятой имъ двуполусной машины представляютъ собою двѣ самостоятельныя, другъ отъ друга независимыя системы, и направленія силовыхъ потоковъ представлены пунктирными линіями. Общіе пути они имѣютъ въ станинѣ и въ якорѣ, причемъ въ мѣстахъ, означенныхъ буквами A направленія (фиг. 8) ихъ совпадаютъ, а въ B —противуположны. Единственное влияние оба магнитныхъ потока могли оказывать другъ на друга только косвенно, измѣняя магнитное насыщеніе, а слѣдовательно и магнитную проницаемость.

Для проверки этихъ предположеній на машину были наложены 12 катушекъ, изображенныхъ цифрами отъ I до XII и соединенныхъ съ чувствительнымъ баллистическимъ гальванометромъ. Главные и вспомогательные полюса питались отдѣльными батареями, такъ что замыканіе и размыканіе одной цѣпи не оказывало влияния на другую.

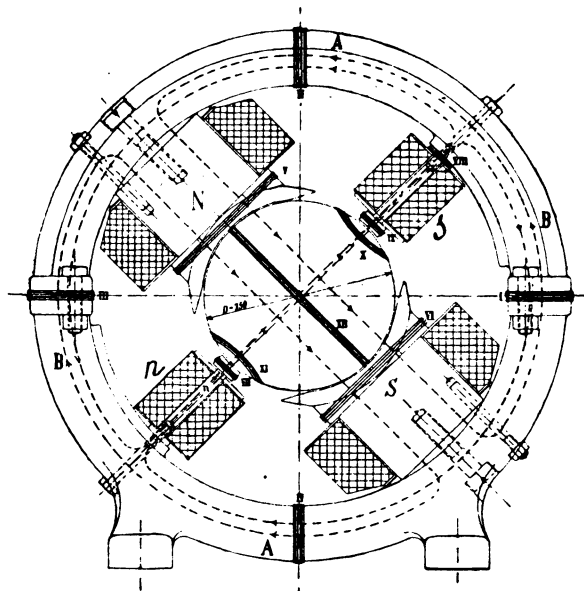
Первая серія опытовъ состояла въ томъ, что возбуждались одни главные полюса и измѣнялись соответствующіе потоки силовыхъ линій. При этомъ во вспомогательныхъ полюсахъ гальванометръ не обнаружилъ присутствія силовыхъ линій. Затѣмъ, наоборотъ, замыкалась одна цѣпь вспомогательныхъ

*) См. Е. Т. Z. 1905, стр. 786.

**) См. Vertheilung des Kraftflusses in einer Maschine mit Wendepolen. Von E. Arnold. E. T. Z. 1906. H. 11.

полюсовъ, и точно также въ главныхъ полюсахъ, если и обнаруживалось присутствіе силовыхъ линий, то настолько незначительное, что его слѣдуетъ приписать лишь неполной симметріи полюсовъ. Въ третьей серіи опытовъ главные полюса были возбуждены сполна, возбужденіе же вспомогательныхъ мѣнялось. При этомъ было замѣчено, что измѣненія въ магнитномъ потокѣ, прорѣзывающемъ главные полюса N и S, вызываемыя измѣненіемъ возбужденія полюсовъ n и s , крайне незначительны.

Въ особенности любопытно, что катушки VII и IX съ одной стороны и X, XI и XII съ другой давали одинаковыя показанія, что обнаруживаетъ, что



Фиг. 8.

потокъ полюсовъ n и s не замыкается черезъ N и S, а наоборотъ, что оба потока какъ бы дѣйствительно пересѣкаются подъ прямымъ угломъ.

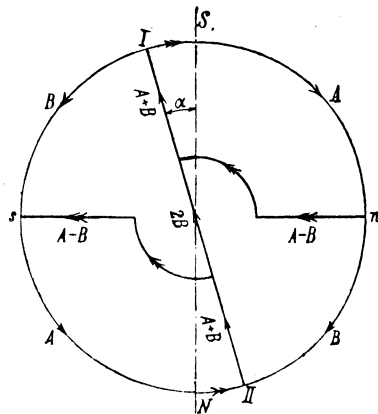
Такъ какъ полезные потоки оказываются независимы другъ отъ друга, то таковыми же должны быть и потоки утечки.

Приведенное выше схематическое распредѣленіе силовыхъ потоковъ, принадлежащее Полю, оказывается невѣрнымъ, такъ какъ опыты Арнольда показали, что потоки утечки направляются одинаково въ сторону одноименнаго и разноименнаго полюса, благодаря чему полюсные наконечники должно дѣлать совершенно симметричными.

Само собою разумѣется, что приведенное выше схематическое представленіе, что потоки главныхъ и вспомогательныхъ полюсовъ пересѣкаются, существуя каждый въ отдѣльности, въ дѣйствительности физически не существуетъ. Это лишь схема удобная для расчета; явленіе происходитъ такъ, какъ будто бы эти два потока существовали. На самомъ дѣлѣ явленіе происходитъ нѣсколько иначе, и магнитные потоки развѣтвляются такъ, какъ это изображено на фиг. 9, гдѣ A означаетъ потокъ, протекающій чрезъ часть A на фиг. 8 а B—потокъ, протекающій чрезъ часть B. Обозначая потокъ главныхъ полюсовъ $\frac{\Phi}{2}$, а вспомогательныхъ $\frac{\varphi}{2}$, найдемъ:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\Phi}{2} + \frac{\varphi}{2} \\ B &= \frac{\Phi}{2} - \frac{\varphi}{2} \end{aligned} \quad \text{откуда} \quad \begin{aligned} \Phi &= A+B \\ \varphi &= A-B. \end{aligned}$$

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что величины потоковъ $\Phi = A+B$ и $\varphi = A-B$ не зависятъ другъ отъ друга. Изъ опытовъ найдено, что при возбужденіи вспомогательныхъ полюсовъ величина потока главныхъ не измѣняется, но только направленіе его отъ



Фиг. 9.

клоняется на нѣкоторый уголъ α , при размыканіи же тока линия I—II возвращается на прежнее мѣсто совпадая съ осью NS.

При расчетахъ же, снова повторяемъ, можно рассматривать оба потока, какъ другъ отъ друга независимые.

Переходя къ способамъ расчета вспомогательныхъ полюсовъ, замѣтимъ, что, какъ это слѣдуетъ изъ предыдущаго изложенія, роль этихъ полюсовъ двойная: они должны компенсировать реакцію якоря и создавать при каждой нагрузкѣ вспомогательное поле E_k , пропорціональное току якоря. Остановимся прежде всего на послѣднемъ.

Уже выше было показано, что въ короткозамкнутой секціи возбуждается противудѣйствующая электродвижущая сила самоиндукціи

$$E_r = (L + \Sigma M) \frac{2i_a}{T},$$

гдѣ L и M суть коэффициенты самоиндукціи и взаимной индукціи. Точное вычисленіе по этой формулѣ предложенной Арнольдомъ, требуетъ знанія коэффициентовъ L и M, выражающихся очень сложнымъ образомъ *). Между тѣмъ во всей теоріи и расчетахъ коммутационныя величины эта, являющаяся критеріемъ машины съ точки зрѣнія искробразованія, играетъ чрезвычайно важную роль, въ виду чего Гобартъ **) была предложена болѣе простая зависимость, основывающаяся на слѣдующихъ соображеніяхъ. Онъ предположилъ, на основаніи опытовъ, что каждый сантиметръ активной т. е. находящейся подъ полюсомъ длины проводника, по которому протекаетъ токъ въ 1 амперъ, возбуждаетъ четыре силовыя линіи, а каждый сантиметръ проводника, находящейся внѣ полюсовъ 0,8 линіи силы. Такъ какъ потоки только активныхъ проволокъ складываются, то можно сказать, что число линій силъ, возбуждаемыхъ активными проводниками, относится къ числу возбуждаемому пассивными, какъ 2,4 къ 0,8 или какъ 10 къ 1. Называя активную длину про-

*) По Арнольду (цитируемъ по франц. изданію). La Machine Dynamo à courant continu. Стр. 390—391.

$$L + \Sigma M = \frac{w i^2}{10^8} [l_i (\lambda_n + \Sigma \mu_n) + l_t (\lambda_k + \Sigma \mu_k) + l_s (\lambda_s + \Sigma \mu_s)]; \text{ а}$$

$$\lambda_n + \Sigma \mu_n = 2,5 \left(\frac{2r}{3r_s} + \frac{r_s}{r_s} + \frac{2r_s}{r_1 + r_s} + \frac{r_4}{r_1} \right) \text{ и т. д.}$$

**) См. его книгу Electric Generators.

волоки обмотки якоря l , а свободную l' найдемъ, что каждый проводникъ, по которому протекаетъ токъ въ 1 амперъ, даетъ въ нейтральномъ поясѣ потокъ $8l + 0,8l' = 8(l + 0,1 l') = 8l'$. Если каждая секція имѣетъ m_s проволокъ, то весь потокъ возбуждаемый во время коммутации будетъ $N_2 = 8l' \frac{2a}{2a}$, гдѣ $2a$ число параллельныхъ вѣтвей, а средняя электродвижущая сила, вызываемая измѣненіемъ этого потока, въ m_s проводникахъ будетъ

$$e_r = \frac{2N_2}{T} m_s 10^{-8}.$$

Чтобы найти время коммутации T , положимъ, что щетка покрываетъ x пластинокъ коллектора, общее число пластинокъ котораго равно k . Обозначая ширину пластины, считая по окружности, буквою δ , найдемъ, что окружность коллектора равняется $k\delta$. Если машина дѣлаетъ n оборотовъ въ минуту, то одинъ оборотъ она дѣлаетъ въ $\frac{1}{n}$ мин. или $\frac{60}{n}$ сек. Отсюда уже легко заключить, что на x пластинъ коллекторъ поворачивается въ $\frac{x\delta}{k\delta} \cdot \frac{60}{n}$ сек. или время коммутации T равно

$$T = x \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{60}{n}.$$

Если машина имѣетъ $2a$ параллельныхъ вѣтвей и въ каждой по m проволокъ, то общее число проволокъ $2am$. Такъ какъ далѣе число короткозамкнутыхъ секцій m_s соотвѣтствуетъ x пластинамъ, то на каждую пластину приходится по $\frac{m_s}{x}$ проволокъ. Отсюда число пластинъ

$$k = 2am / \frac{m_s}{x}, \text{ а } \frac{1}{k} = \frac{m_s}{2am}.$$

Подставляя это въ выраженіи для T находимъ

$$T = \frac{m_s}{2am} \cdot \frac{60}{n}.$$

Если бы мы черезъ m_s обозначили, какъ это обыкновенно дѣлаютъ, число замкнутыхъ проволокъ приходящихся на одну пластину, то выраженіе для T имѣло бы видъ

$$T = x \frac{m_s}{2am} \cdot \frac{60}{n},$$

т. е. число пластинъ, покрываемыхъ щеткой, входило бы явно.

Полагая произвольно $x=2$, имѣемъ

$$E_2 = \frac{2N_2}{T} m_s = \frac{16l'm_s i/2a}{120m_s/n2am} = 0,133 m_s l' i m n 10^{-8}.$$

Замѣняя 0,133 черезъ $1/8$ имѣемъ

$$E_2 = \frac{1}{8} m_s l' i m n 10^{-8}.$$

Такой видъ имѣетъ выраженіе, предложенное Гобартомъ; его можно представить еще въ видѣ

$$E_r = \frac{60}{8} m_s l' \frac{mi}{d\pi} \cdot \frac{d\pi n \cdot 10}{60} = 8m_s l' AS v \cdot 10^{-8},$$

гдѣ AS —число амперъ проводниковъ на 1 см. окружности якоря, а v —окружная скорость якоря *).

Окончаніе слѣдуетъ.

*) Въ другія формулы предложенныя Фишеръ Гинне-номъ,

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Электролизъ переменнымъ токомъ. Х.

Даннеель. Электролизъ переменнымъ токомъ имѣетъ доселѣ почти исключительно только теоретическое значеніе и примѣняется въ техникѣ для полученія лишь очень немногихъ солей. Такъ, напримѣръ, въ настоящее время приступаютъ къ технической разработкѣ способа Броше полученія платино-цианиста барія, который, какъ извѣстно, находитъ большое примѣненіе при работахъ съ рентгеновскими лучами. Броше получилъ эту соль посредствомъ электролиза переменнымъ токомъ раствора цианиста барія между платиновыми электродами; 1,5 квт.-часа даютъ сто граммовъ $Pt Ba (CN)_4$ съ затратой приблизительно 45 граммовъ платины. Далѣе былъ выданъ цѣлый рядъ патентовъ (между прочимъ Лукову) на добываніе металлическихъ соединеній изъ металлическихъ электродовъ, напримѣръ, свинцовыхъ бѣлил изъ свинца, сульфита кадмія изъ кадмія, и т. д. Однако, нѣкоторые изъ этихъ патентовъ не заслуживаютъ никакого вниманія, какъ это выяснилось изъ послѣднихъ изслѣдованій относительно, напримѣръ, патента Репнера и Ричардса на полученіе сульфита кадмія изъ кадмievыхъ электродовъ. Напротивъ, громадное техническое значеніе имѣетъ отношеніе алюминія къ переменному току. Алюминій можетъ быть поляризованъ, какъ анодъ, до очень высокаго потенциала, причемъ тока совершенно нѣтъ; причина этого та, что на анодѣ образуется основное алюминіевое соединеніе, не проводящее тока небольшого напряженія, которое пробивается лишь токами очень большаго напряженія. Слѣдующая вслѣдъ за этимъ поляризация электрода, какъ катода, восстанавливаетъ развивающимся водородомъ образовавшіеся окиси алюминія и, такимъ образомъ, опять появляется чистый металл. Слѣдствіемъ этого является то, что положительная фаза переменнаго тока задерживается алюминіевымъ электродомъ, отрицательная же пропускается. Вольтметръ съ подобнымъ алюминіевымъ электродомъ можетъ, слѣдовательно, служить въ прямомъ смыслѣ перемѣннаго тока.

Всѣ очень многочисленныя теоретическія изслѣдованія относительно электролиза переменнымъ токомъ могутъ быть раздѣлены на двѣ группы. Первая трактуетъ объ отношеніи, въ особенности о поляризации, неизмѣняемыхъ электродовъ, напримѣръ, платины, къ электролизу переменнымъ токомъ. Эти изслѣдованія отчасти относятся къ очень давнему времени, и этотъ вопросъ приобрѣлъ въ настоящее время особенный интересъ вслѣдствіе изобрѣтенія Кольраушемъ способа измѣренія сопротивленія при помощи переменнаго тока и телефона.

Вторая группа, о которой въ настоящей статьѣ будетъ рѣчь, трактуетъ объ отношеніи такихъ металловъ къ переменному току, которые растворяются будучи анодами. Проще всего отношенія металловъ при такихъ условіяхъ, при которыхъ они, согласно закону Фарадея, въ такихъ же количествахъ растворяются на анодѣ, въ какихъ выпадаютъ на катодѣ, какъ, напримѣръ, серебро въ растворѣ азотнокислаго серебра, мѣдь въ растворѣ мѣднаго купороса и т. д. Катодная фаза переменнаго тока осаждаетъ какъ

$$\text{Шнелльмайеромъ: } e_r = \xi m_s v AS, 10^{-8},$$

$$\text{Фритомъ: } e_r = 12,5 m_s 8 \frac{ei}{N2p}$$

$$\text{Ротертомъ: } e_r = \frac{m_s l' kw}{2pN} 7,5 \cdot 10^{-3}$$

и другими отличаются послѣ приведенія ихъ къ виду формулы Гобарта только численнымъ коэффициентомъ.

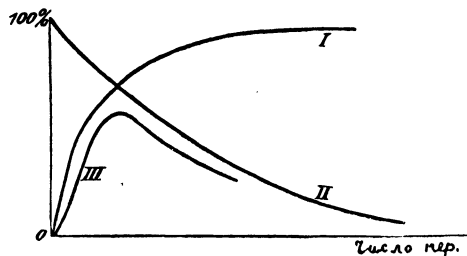
разъ такое же количество металла, какое растворяется анодной фазой. Слѣдствіемъ этого является то, что металлическія пластины сохраняютъ свой вѣсъ, и, значитъ, раствореніе равно нулю. Такъ же просто относятся металлы къ такимъ растворамъ, въ которыхъ они хотя и растворяются, когда металлъ является анодомъ, но не осаждаются изъ этого раствора, когда металлъ служитъ катодомъ. Напримѣръ, анодная фаза растворяетъ цинковые электроды, погруженные въ подкисленный растворъ цинковаго купороса, въ количествѣ, совершенно согласующимся съ закономъ Фарадея, въ то время какъ катодная фаза вмѣсто этого выдѣляетъ водородъ. Слѣдствіемъ этого является раствореніе металла въ количествѣ, опредѣляемомъ законами Фарадея (это раствореніе происходитъ, само собой разумѣется, лишь въ продолженіи половины періода).

Въ обоихъ сказанныхъ случаяхъ число перемѣнъ не играетъ роли, но только не при очень большой плотности тока. Какъ извѣстно, даже изъ раствора азотнокислаго серебра, какъ напримѣръ, изъ раствора азотнокислаго серебра, также выдѣляется водородъ, лишь только переступаютъ извѣстную плотность тока. (Это происходитъ отъ того, что въ непосредственной близости электрода растворъ обдѣлывается серебромъ, что посредствомъ диффузіи не можетъ быть такъ скоро уравнено). Если вышесказанное имѣетъ мѣсто въ интересующемъ насъ случаѣ, то при анодной фазѣ происходитъ раствореніе, при катодной же фазѣ осажденія не наблюдается, и электроды теряютъ вслѣдствіе этого въ вѣсѣ. Такъ какъ плотность тока равняется количеству электричества, проходящаго черезъ 1 кв. см. въ 1 секунду, то, слѣдовательно, количество электричества одной фазы играетъ въ электролизѣ видную роль, именно, раствореніе электродовъ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше число перемѣнъ тока и, наоборотъ, попутное выдѣленіе водорода и раствореніе электродовъ будетъ при очень большихъ плотностяхъ тока тѣмъ больше, чѣмъ меньше будетъ число перемѣнъ тока.

Второе исключеніе изъ этого правила составляютъ тѣ металлы, которые могутъ придти въ пассивное состояніе, т. е. состояніе, въ которомъ они оказываютъ растворенію большее сопротивленіе, чѣмъ въ нормальномъ, активномъ состояніи. Сюда принадлежатъ, напримѣръ, такіе металлы, какъ желѣзо, хромъ, никкель, кобальтъ, марганецъ и т. д.

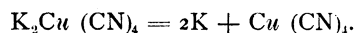
Желѣзо въ азотнокислыхъ растворахъ дѣлается само по себѣ, безъ тока, быстро и совершенно пассивнымъ, такимъ же какъ въ другихъ растворахъ посредствомъ анодной поляризації. Однако, пассивность быстро пропадаетъ вслѣдствіе катодной поляризації, такъ что при послѣдующей анодной поляризації желѣзо въ первый моментъ является активнымъ и, слѣдовательно, растворяется, и лишь постепенно дѣлается снова пассивнымъ. Значитъ, катодная фаза перемѣннаго тока дѣлаетъ желѣзо активнымъ, и въ началѣ анодной фазы оно растворяется, къ концу же ея желѣзо дѣлается снова пассивнымъ и нерастворимымъ. Если, что очень возможно, пассивность желѣза зависитъ только отъ количества прошедшаго электричества, то для времени, въ продолженіи котораго желѣзо активно, совершенно безразлично, сколько длится одна половина періода, и при каждомъ періодѣ будетъ растворено совершенно одинаковое количество желѣза, прежде чѣмъ желѣзо придетъ въ пассивное состояніе. Если мы имѣемъ перемѣнный токъ съ небольшимъ числомъ перемѣнъ, то отъ каждой фазы будетъ употреблена на раствореніе сравнительно очень небольшая часть силы тока. Чѣмъ больше число перемѣнъ, тѣмъ больше будетъ часть тока, употребляемая на раствореніе, и при очень большомъ числѣ перемѣнъ мы получимъ, въ концѣ концовъ, приблизительно эквивалентное раствореніе. Соотношеніе между раствореніемъ въ процентахъ и числомъ перемѣнъ выразится въ видѣ кривой I (фиг. 10).

Большое затрудненіе является тогда, когда образовавшійся вслѣдствіе растворенія іонъ металла (наприм. Си) находитъ возможность произвести реакцію, посредствомъ которой онъ избѣгаетъ осаждающаго

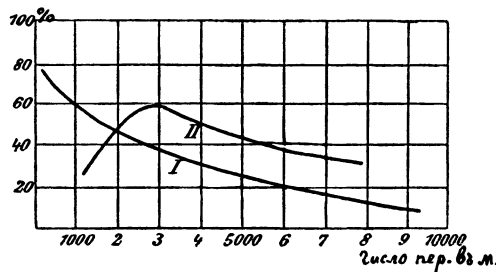


Фиг. 10.

дѣйствія катодной фазы тока. Такъ, изъ раствора ціанистаго кали мѣдь не осаждается, такъ какъ ея не имѣется въ видѣ іона мѣди Си, но она находится почти цѣликомъ въ сложномъ аніонѣ, потому что $K_2Cu(CN)_4$ диссоциируетъ по формулѣ



Этимъ затрудняется, по формулѣ Нернста, осажденіе Си, и изъ такого раствора выдѣляется на катодъ только водородъ. Если поэтому мы производимъ электролизъ токомъ съ небольшимъ числомъ перемѣнъ, то анодная составляющая тока растворяетъ мѣдь, а катодная выдѣлитъ водородъ, такъ что въ результатѣ получается эквивалентное раствореніе мѣднаго электрода и выдѣленіе водорода. Многіе металлы показываютъ подобное же отношеніе въ растворахъ ціанистаго кали, именно всѣ тѣ металлы, которые даютъ съ электролитомъ трудно растворимые осадки. Такъ на свинцовыхъ электродахъ въ растворѣ сѣрной кислоты образуется трудно растворимый сѣрноокислый свинецъ, который выпадаетъ и препятствуетъ катодному дѣйствію. Все это дѣйствительно лишь для тока съ небольшимъ числомъ перемѣнъ. Эта препятствующая выдѣленію реакція требуетъ извѣстнаго времени, и если катодная фаза перемѣннаго тока наступаетъ ранѣе, чѣмъ произойдетъ реакція, то іоны металла снова выдѣляются. Такъ, слѣдовательно, при особенно большомъ числѣ перемѣнъ, растворенное анодной фазой количество мѣди опять выдѣлится послѣдующей катодной фазой, и конечный результатъ подобнаго электролиза будетъ нуль. Сообразно съ этимъ соотношеніемъ между числомъ перемѣнъ и процентомъ растворенія будетъ имѣть форму кривой II фиг. 10, то есть, при маломъ числѣ перемѣнъ происходитъ раствореніе, при большемъ—никакого, и раствореніе понижается съ повышеніемъ числа перемѣнъ. Совершенно таково же было бы отношеніе желѣза въ ра-

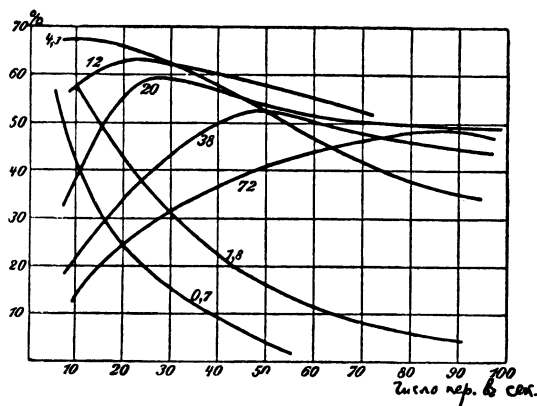


Фиг. 11.

створѣ ціанистаго кали, еслибы оно не дѣлалось пассивнымъ. Кривая III фиг. 10 изображаетъ отношеніе желѣза въ такомъ растворѣ; какъ видно, она имѣетъ одинъ максимумъ. Этотъ максимумъ можетъ

произойти лишь тогда, когда условия опыта таковы, что действительно может произойти полная пассивность. Это показывает фиг. 11. Кривая I получена при плотности тока в 0,7 ампера на 1 кв. см. с никкелевыми электродами, при которой с постоянным током никкель не дѣлается пассивнымъ въ растворѣ цианистаго калия. Напротивъ, кривая II получена при плотности тока в 20 амперъ на 1 кв. см., т. е. при такихъ условияхъ, при которыхъ никкель дѣлается активнымъ. Она имѣетъ характерный максимумъ.

Вліяніе плотности тока тутъ очевидно: кривая I фиг. 10 сдѣлается круче и скорѣе асимптотично приблизится къ своему предѣльному значенію, когда плотность тока будетъ мала, такъ что максимумъ кривой III передвинется влѣво. Напротивъ, при высокой плотности тока кривая I будетъ положе, т. е. максимумъ кривой III передвинется вправо. Вышесказанное показываетъ фиг. 12, въ которой абсциссой



Фиг. 12.

служить число перемѣнъ, а раствореніе никкеля—ординатой. У каждой кривой указана соответствующая плотность тока. Ясно видно передвиженіе максимума влѣво, съ уменьшеніемъ плотности тока. Рядъ дальнѣйшихъ изслѣдованій Броше, Руе и Ле-Блана имѣютъ дѣло съ частностями этого процесса, которые не допускаютъ еще простаго объясненія.

Безспорно, мы бы пошли значительно дальше въ знаніи этой отрасли электрохиміи, если бы рядомъ съ кривыми тока имѣли бы кривыя напряженія, кривыя потенциала обоихъ электродовъ и кривыя результатовъ опыта. Въ этомъ направленіи имѣется лишь одна работа Е. Вильсона объ электролизѣ отъ перемѣннаго тока. Этотъ трудъ содержитъ цѣлый рядъ отдѣльныхъ наблюденій, которые даже не были совершенно использованы теоретически. Поэтому мы должны здѣсь удовлетвориться краткимъ извлеченіемъ изъ этого труда.

Вильсонъ ставилъ два электрода, съ дѣйствительной поверхностью въ 150 см², въ разстояніи 0,3 см. другъ отъ друга, въ различные электролиты, производилъ электролизъ перемѣннымъ токомъ и опредѣлялъ во время процесса, кромѣ кривыхъ тока и напряженія, еще кривую потенциала одного изъ электродовъ, измѣренную относительно третьяго электрода изъ того же металла, поставленнаго посреднѣ между обоими другими. Послѣ электролиза опредѣлялась потеря въ вѣсѣ электродовъ.

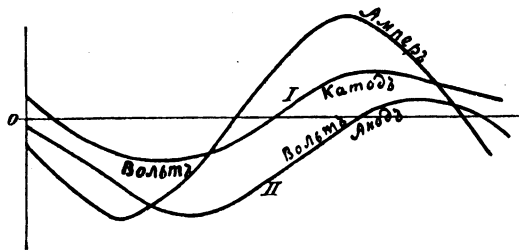
Свинецъ въ сѣрной кислотѣ даетъ сѣрноокислый свинецъ, какъ уже было сказано выше. При числѣ перемѣнъ въ 92,5 въ секунду растворяется меньше свинцу, чѣмъ при 21,5 перемѣнахъ; электролизъ подчиняется, слѣдовательно, выше приведеннымъ разсужденіямъ и зависимости растворенія отъ числа перемѣнъ выражается кривой, подобной II фиг. 10. Между напряженіемъ электролиза и силой тока проис-

ходитъ небольшое смѣщеніе фазъ, когда пластинка дѣлается анодомъ, въ то время какъ въ тотъ моментъ, когда она дѣлается катодомъ, напряженіе и токъ дѣлаются равными нулю одновременно. Этотъ сдвигъ фазъ происходитъ, по всѣмъ вѣроятіямъ, вслѣдствіе поляризаціи выдѣленнымъ водородомъ, который производитъ то, что токъ уже равенъ нулю, прежде чѣмъ электродвижущая сила также равна нулю, и производитъ обратный по направленію токъ, если электродвижущая сила меньше, чѣмъ сила поляризаціи. При переходѣ отъ анода къ катоду не имѣется поляризаціи, которая дѣйствовала бы уже спустя нѣкоторое время, такъ какъ въ анодной фазѣ образуется свинцовый купоросъ.

Цинкъ въ сѣрной кислотѣ. Въ этомъ случаѣ раствореніе цинка на одинъ кулонъ тѣмъ больше, чѣмъ больше число перемѣнъ тока. Къ сожалѣнію, въ этихъ опытахъ цинковые электроды были амальгамированы, такъ что съ диффузіей металла въ ртуть и обдѣненіемъ поверхности Hg въ цинкѣ наступаетъ дальнѣйшее затрудненіе, дѣлающее эти опыты еще болѣе неясными.

Цинкъ въ цинковомъ купоросѣ окисляется, и электроды дѣлаются поэтому тяжелѣе. Сдвигъ фазъ тока и напряженія равенъ нулю, что и слѣдовало ожидать, такъ какъ при этомъ электролизѣ не замѣчается значительной поляризаціи. Относительно вліянія на электролизъ числа перемѣнъ тока не было сдѣлано никакихъ опытовъ; по вышесказаннымъ причинамъ можно было бы ожидать, что число перемѣнъ не играетъ видной роли.

Желѣзо. Опыты съ желѣзомъ являются наиболѣе интересными для электротехники, вслѣдствіе разрушенія подземныхъ водо-и газопроводовъ, такъ же какъ и желѣзнодорожныхъ рельсъ блуждающими токами. Въ растворѣ желѣзнаго купороса количество протекающаго электричества на фазу имѣетъ очень мало значенія при одинаковомъ числѣ перемѣнъ. Въ одинъ часъ и на 1 кв. см. поверхности электрода раствореніе желѣза составляло 0,00046 гр. независимо отъ процентнаго содержанія соли въ растворѣ. Если употреблялась вмѣсто дистиллированной воды обыкновенная, слегка подкисленная сѣрной кислотой, то раствореніе увеличилось до 0,004 гр.; растворъ былъ слегка кисель. Раствореніе желѣза въ слабой сѣрной кислотѣ значительно меньше, именно 0,0008 грм. Сдвигъ фазы электродвижущей силы относительно фазы тока очень замѣтенъ, какъ ясно показываетъ кривая I фиг. 13, что указываетъ на сильную поляризацію. Въ



Фиг. 13.

растворахъ хлористаго натрія не было наблюдено почти никакого растворенія. Какъ показываетъ кривая II фиг. 13 линия напряженія между однимъ электродомъ и вспомогательной пластиной сильно сдвинута, что, по мнѣнію Вильсона, происходитъ вслѣдствіе того, что желѣзо сильно подвергается дѣйствию анодной фазы и при этомъ не поляризуется. При переходѣ отъ катода къ аноду смѣщеніе фазъ равно $\frac{1}{4}$ періода, потому что какъ катодъ желѣзная пластинка была сильно поляризована водородомъ, и эта поляризація должна быть раньше уничтожена токомъ обратнаго направленія, прежде чѣмъ потенциалъ можетъ сдѣлаться противоположнымъ. Этотъ

противоположный потенциал не держится долго, и так как затѣмъ токъ течетъ по прежнему направлению, то наступаетъ вновь водородная поляризация; при переходѣ отъ анода къ катоду не происходитъ почти никакого смѣщенія фазъ.

Мѣдь, олово и алюминій показываютъ такое же отношеніе, какъ и желѣзо. (Е. Т. З.).

Объ электролитической рафинаціи мѣди. Въ своемъ докладѣ, сдѣланномъ Франклиновскому Институту въ Филадельфіи, Л. Аддингъ приводитъ нѣкоторые данныя и соображенія, не лишеныя интереса и для нашихъ читателей. 1) Электролитъ. Къ кислому раствору мѣднаго купороса, являющемуся самымъ лучшимъ электролитомъ для рафинаціи мѣди, полезно прибавлять нѣкоторое, очень малое, количество поваренной соли, которая осаждаетъ небольшія количества перешедшаго въ растворъ серебра, а также сурьму (? реф.). Кромѣ того, присутствіе этой соли будто бы дѣлаетъ катодный осадокъ мѣди болѣе однороднымъ. 2) Аноды. Для отливки анодовъ американскіе рафинаціонные заводы пользуются обыкновенно уже сравнительно очень чистой мѣдью, съ содержаніемъ 98—99,3% Си; примѣси состоятъ главнымъ образомъ изъ:

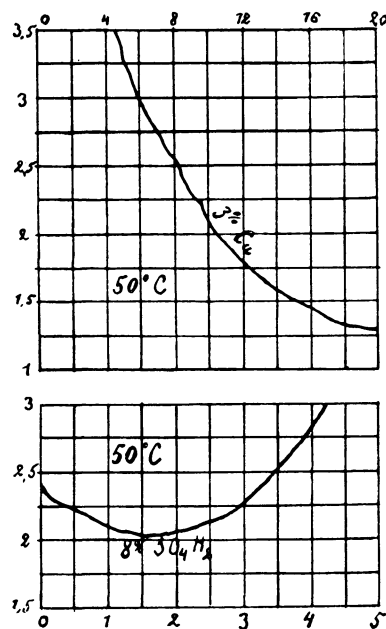
Серебра	○—0,75 %
Золота	○—0,11 "
Мышьяка	○—2 "(!)
Сурьмы, висмута, желѣза, никкеля, кремнія, сѣры, селена, теллура	оч. мало.

Селенъ и теллуръ остаются вмѣстѣ съ золотомъ и серебромъ въ анодномъ шламѣ и могутъ быть оттуда легко извлечены. Мышьякъ, сурьма и висмутъ переходятъ отчасти въ растворъ, отчасти въ шламъ, въ зависимости отъ характера своего нахожденія въ анодахъ. Наиболѣе неприятой примѣсью является мышьякъ, удаленіе котораго изъ растворовъ, при содержаніи его въ анодахъ свыше 1%, очень хлопотливо. Составъ анодныхъ шламовъ, конечно, сильно мѣняется въ зависимости отъ состава анодовъ; въ среднемъ можно принять слѣдующія числа:

Серебра	40%
Золота	2 "
Мѣди	25 "
Селена и теллура	5 "
Сурьмы и мышьяка	10 "
Свинца, кремнія и т. д.	18 "

3) К а т о д ы. Катодная, т. е. рафинированная мѣдь содержитъ въ себѣ обыкновенно не менѣе 99,93% Си и въ качествѣ главной примѣси водородъ. Примѣси вредны въ двухъ отношеніяхъ: уменьшая электропроводимость металла и дѣлая его ломкимъ. Въ первомъ отношеніи особенно вредны мышьякъ и сурьма (0,0013% мышьяка или 0,0071% сурьмы уменьшаютъ уже электропроводимость на 1%); во второмъ—теллуръ и свинецъ, попадающіе, однако, въ катодную мѣдь рѣдко. Наоборотъ, на электропроводимость мѣди послѣдніе два элемента, повидимому, не вліяютъ, также какъ серебро, золото и висмутъ. Интересно, что примѣсь кислорода даже повышаетъ электропроводимость мѣди. 4) Н а п р я ж е н і е. Требуемое для электролиза напряженіе обуславливается, какъ извѣстно, тремя факторами: омическимъ сопротивленіемъ электролита, такъ называемымъ переходнымъ сопротивленіемъ и, наконецъ, поляризацией. Зависимость омическаго сопротивленія отъ состава раствора выражается слѣдующими двумя кривыми (фиг. 14). Какъ то показываетъ вторая кривая, прибавка мѣднаго купороса къ разбавленному раствору сѣрной кислоты только въ началѣ уменьшаетъ сопротивление, далѣе же, начиная съ 1,5% CuSO_4 , увеличиваетъ его, и притомъ въ очень сильной степени;

къ сожалѣнію, авторъ не останавливается на этомъ неожиданномъ и теоретически довольно трудно объяснимомъ явленіи. Переходное сопротивление, обуславливаемое, вѣроятно, появленіемъ мельчайшихъ пузырьковъ газовъ на поверхности электродовъ, возрастаетъ, какъ и омическое сопротивление, линейно вмѣстѣ съ увеличеніемъ плотности тока, и также падаетъ съ повышеніемъ температуры. Процентуально оно, конечно, тѣмъ больше, чѣмъ общее сопротивление меньше, т. е. чѣмъ ближе другъ къ другу расположены электроды. Что касается электровозбудительной силы поляризации, то она является здѣсь слѣдствіемъ измѣненія концентрации раствора у обоихъ электродовъ: а именно у анодовъ, гдѣ мѣдь идетъ въ растворъ, концентрація во время электролиза увеличивается, у катодовъ, гдѣ мѣдь

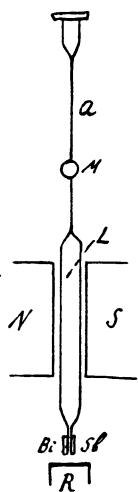


Фиг. 14.

осаждается, она, наоборотъ, уменьшается; вообще говоря, поляризация здѣсь очень слаба и обыкновенно не превышаетъ 0,02 вольта. 5) П л о т н о с т ь т о к а представляетъ собой одинъ изъ главныхъ факторовъ, обуславливающихъ стоимость производства. Въ Америкѣ она колеблется отъ 90 до 330 амперъ на 1 кв. метръ, большей же частью составляетъ 160—190 амперъ. Чѣмъ выше плотность тока, тѣмъ быстрее идетъ рафинація, т. е. тѣмъ меньше времени мѣдь остается непроизводительно въ ваннахъ. Съ другой стороны, увеличеніе плотности тока влечетъ за собой возрастаніе напряженія, т. е. поглощаемой энергіи; кромѣ того, чѣмъ плотнѣй токъ, тѣмъ энергичнѣй должна быть циркуляція растворовъ, причѣмъ взбалтывается анодный шламъ, и серебро изъ него отчасти переходитъ въ растворъ. Наконецъ, при слишкомъ большой плотности тока осадокъ мѣди становится грубозернистымъ и катоды приходится чаще смѣнять.

Термогальванометръ Дудделя. Новый гальванометръ, предназначенный главнымъ образомъ для измѣренія очень слабыхъ токовъ, какъ постоянныхъ, такъ и переменныхъ, любой частоты, основанъ на очень остроумномъ и простомъ принципѣ: измѣряемый токъ пропускается чрезъ нѣкоторое сопротивление—такъ называемый радиаторъ, въ которомъ онъ вызываетъ соотвѣтствующее повышеніе температуры;

излучаемая при этомъ радиаторомъ теплота падаетъ на термоэлектрический спай (сурьма-висмутъ) радиометра Бойса и возбуждаетъ здѣсь термотокъ. Конструкция аппарата изображена схематически на фигурѣ 15. Въ полѣ постоянного магнита N—S подвѣшена на кварцевой нити (несущей зеркальце М) простая металлическая петля L, къ нижнему концу которой припаяна термоэлектрическая пара. Подъ этой парой находится радиаторъ R; къ прибору приложено нѣсколько радиаторовъ различного сопротивленія, которые легко могутъ быть смѣнены одинъ другимъ. Кроме того, имѣется винтъ, при помощи котораго радиаторъ приближается или удаляется отъ термопары, можно легко приспособить приборъ къ измѣренію токовъ различной силы. Радиаторы съ сопротивленіемъ до 40 омъ сдѣланы изъ металлической проволоки; для болѣе высокихъ сопротивленій слу-



Фиг. 15.

жать тонкія пленки платины, отложенныя на кварцевыхъ пластинкахъ. Конечно, термопара, радиаторъ и т. п. части защищены кожухами отъ вѣншихъ термическихъ вліяній. Новый гальванометръ, дающій возможность измѣрять токи до 20 микроамперъ, изготовляется фирмой «Cambridge Scientific Instrument Company», въ Англіи.

Опыты надъ телефонированіемъ на большія разстоянія. Управление англійскихъ телефоновъ произвело недавно рядъ интересныхъ опытовъ для опредѣленія разстояній, на которыхъ передается еще достаточно отчетливо человеческая рѣчь при различныхъ системахъ передачи. Для сравненія служила во всѣхъ случаяхъ одна и та же „нормальная линия“, въ которой сопротивление, емкость и самоиндукція сохранялись постоянными. Линія эта состояла изъ оцинкованнаго кабеля съ бумажной изоляціей, 1,6 километра длины и 0,914 мм. поперечника мѣди и представляла: сопротивление—88 омъ, емкость—0,056 микрофардъ, самоиндукцію—0,001 генри и изоляціонное сопротивление—200 мегомъ. Слѣдующая таблица показываетъ полученные результаты:

Всѣ мѣди провода на 1 километрѣ.	Поперечникъ мѣднаго про- вода.	Сопротивлен. на 1 кило- метрѣ.	Емкость на 1 километрѣ.	Самоиндукція на 1 кило- метрѣ.	Длина линіи, при которой передача такъ же хороша, какъ на нор- мальн. линіи.	Максимальная длина линіи, допускающая явственную пе- редачу.	Вычислено.	Найдено.
Кило	Миллиметры	Омъ	Микрофардъ	Генри.	К и л о м е т р о в ѣ .			
П о д з е м н ы й к а б е л ь .								
2,8	0,65	109	0,043	0,0006	0,98	42		42
5,6	0,91	53	0,034	—	1,61	69		69
11,3	1,29	26	0,035	—	2,37	102		102
19,8	1,71	16	0,039	—	2,94	127		—
28,2	2,09	11	0,036	—	3,94	170		—
42,3	2,50	7,3	0,040	—	4,75	204		204
56,4	2,89	5,4	0,043	—	5,63	242		—
М о р с к о й к а б е л ь .								
11,3	1,29	27	0,080	0,0006	1,53	66		63
45,2	2,58	8,0	0,075	0,00103	3,70	159		142
В о з д у ш н ы я л и н і и .								
28,2	2,09	11	0,00502	0,00242	13,6	585		—
42,3	2,50	7,4	0,00521	0,00234	18,8	810		761
56,4	2,89	5,6	0,00536	0,00227	23,7	1017		1007
84,7	3,54	3,7	0,00555	0,00220	33,8	1453		1453
112,9	4,09	2,8	0,00571	0,00214	42,0	1806		1730
169,3	5,01	1,85	0,00595	0,00206	59,2	2546		2546
225,8	5,78	1,40	0,00613	0,00200	73,7	3169		—

Вычисленныя величины были получены по формуламъ Пюэна и Кэмпбалля.

Кромѣ этихъ опытовъ были произведены еще другіе, по совершенно иному, очень остроумному принципу: чрезъ линію передавались отдѣльные звуки, гласные или согласные; на обѣихъ станціяхъ—отправленія и приемной, снимались диаграммы колебаній при помощи осциллографа Дудделя, и эти диаграммы сравнивались другъ съ другомъ. На упомянутой выше нормальной линіи обѣ станціи давали почти тождественныя диаграммы; съ кабелемъ въ 20 разъ длиннѣе нормальной амплитуды приемной станціи оказывались сильно укороченными, но, помимо амплитуды, общій видъ диаграммы все же отчетливо сохранялся.

Наконецъ, были также произведены опыты передачи по способу Пюэна, съ включеніемъ индукціонныхъ катушекъ (въ Англіи эти катушки употребляютъ безъ желѣзнаго сердечника). Подземный кабель изъ 56 проводовъ (2,09 мм.) включалъ въ себѣ

каждые 1,6 километра пюэновскую катушку съ самоиндукціей 0,04 генри и сопротивленіемъ 4,34 ома; самъ кабель имѣлъ на 1 км. прямого и обратнаго протяженія сопротивление 10,6 омъ, емкость 0,033 микрофардъ и самоиндукцію 0,00087 генри. Включеніе катушекъ повысило предѣлы отчетливой передачи съ 106 до 283 километровъ.

Электролизъ азотнокислаго калия. Дюпаркъ. Производство азотистокислыхъ солей (нитритовъ) возстановленіемъ азотнокислыхъ играетъ довольно важную роль въ technikѣ, особенно въ производствѣ органическихъ препаратовъ и красокъ. Возстановленіе это производится, обыкновенно, при помощи свинца или другихъ металловъ. Не разъ уже пробовали пользоваться для возстановленія азотнокислыхъ солей электролизомъ, въ общемъ пока безуспѣшно. Новые опыты Дюпарка отличаются отъ предыдущихъ тѣмъ, что электролизу подвергались

не водные растворы, как раньше, а расплавленная соль; полученные результаты, если еще и недостаточно для технического применения, во всяком случае превосходят достигнутые раньше. При электролизе расплавленного азотнокислого калия наряду с азотнокислой солью получается едкий кали; больше всего нитрита и меньше всего кали образуется при употреблении графитовых электродов. Металлические же, в порядке: железо, медь, никель — дают все меньше нитрита и больше едкого кали. Опыты производились как с постоянным, так и с переменным током; с последним также получались нитрит и едкий кали, но, как и следовало ожидать, гораздо меньше, чем с постоянным. При одной и той же плотности тока выход нитрита (также и кали) сильно увеличивается с повышением температуры; так, с током плотности 2 ампер на 1 кв. дм., было получено:

при 34°	16,5%	KNO ₂	2,75%	KOH
„ 48°	75,6%	„	7,20%	„

При одной и той же температуре выход возрастает с увеличением плотности тока: так при температуре 44° было получено:

Плотность тока	KNO ₂	KOH
1 ампер на кв. дм.	39,7%	1,08%
2,2 „	79,2 „	3,25 „
2,8 „	87,4 „	3,30 „

Наконец, выход в начале электролиза значительно ниже, чем в дальнейшем его течении. Анализ выделяемых у анода газов дал:

Углекислоты	73—83,1 %
Окиси углерода	3,0—4,5 „
Кислорода	4,0—10 „
Окиси азота	4,5—15,5 „

Таким образом, почти весь выделяемый у анода кислород идет на сжигание углерода, так что аноды во всяком случае должны быстро разрушаться.

Выделение окиси азота объясняет присутствие в продукте электролиза свободного едкого кали. Как видно из приведенных чисел, автору удалось достигнуть очень высокого полезного действия тока (87,4%). К сожалению, он ни слова не говорит об употребленной аппаратуре, а также о требуемом для электролиза напряжении, так что о техническом значении его способа трудно составить себе даже приблизительное представление.

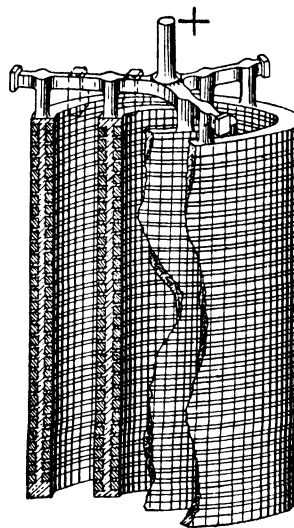
Непрерывный способ приготовления бертолетовой соли. А. Валлахъ. Электролизом служить 25% раствор хлористого калия, содержащий кроме того 2 грм. двухромового калия на 1 литр; от времени до времени прибавлялось немного соляной кислоты. Плотность тока была 0,15 ампер на 1 кв. см., температура подогреваемого до 40° раствора сама собой подымалась во время электролиза до 70°, напряжение было 5,6 вольта. Выделявшиеся кристаллы бертолетовой соли вынимались от времени до времени из сосуда, не останавливая процесса электролиза. Исчезавший хлористый калий дополнялся непрерывно в виде крепкого раствора, притекавшего из Мариоттовой склянки; раствор этот был подкислен 8 куб. см. крепкой соляной кислоты на 1 литр. Непрерывная работа в течении 90 часов дала полезное действие тока 92%. Следует еще заметить, что во все время электролиза раствор должен энергично перемешиваться, так как иначе выделяющиеся кристаллы крепко пристають к электродам и нарушают правильность электролиза, а кроме того заключают в себя неокисленную хлористую соль. Непосредственно из электролизатора вынутые и раз-

мытые водой кристаллы заключают в себя 99,5% KClO₃ и 0,5% воды, но совершенно свободны от хлористого калия. (Zt. für Elektrochimie).

ОБЗОРЪ.

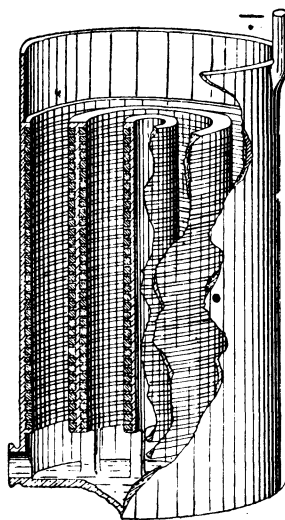
Аккумуляторъ «Mouterde». Электроды этого аккумулятора состоят из концентрических цилиндров, снабженных желобками с внутренней и наружной стороны. Желобки имеют трапециевидное сечение, препятствующее выпадению заключенной в них действующей массы.

Два цилиндра, составляющие положительный электрод, скреплены между собой звездообразной поперечиной (фиг. 16). Три другие цилиндра, образу-



Фиг. 16.

щие отрицательный электрод, поддерживаются снизу свинцовым диском. Внешний цилиндр, снабжен-

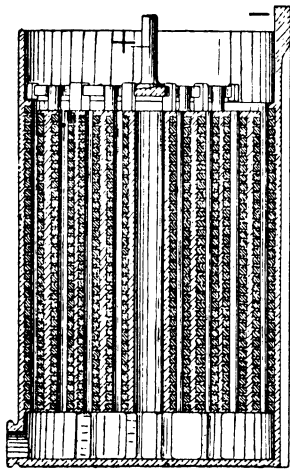


Фиг. 17.

ный в своей верхней части ребордой, служит одновременно и резервуаром для жидкости (фиг. 17).

Фиг. 18 изображает собой собранный аккумуляторъ въ разрѣзѣ.

Электроды вложены другъ въ друга, причемъ изолированные концы скрѣпляющей поперечины опираются на реборду вѣшняго цилиндра, а средняя части поперечины входятъ въ изолированные вырѣзы, помѣщенные на двухъ другихъ отрицатель-



Фиг. 18.

ныхъ цилиндрахъ. Подобное устройство допускаетъ быструю разборку и замѣну положительнаго электрода новымъ. Отрицательный электродъ почти не подверженъ порчѣ и представляетъ наиболѣе стойкую часть прибора.

Выполнение электродовъ въ видѣ трубокъ, а не пластинъ, имѣетъ двойное преимущество: во-первыхъ, они обладаютъ большей прочностью, и во-вторыхъ, большей поверхностью, обусловливающей собой компактность прибора и большую равномерность распределенія тока. Къ числу достоинствъ прибора слѣдуетъ также отнести незначительное внутреннее сопротивление, вслѣдствіе малаго разстоянія между цилиндрами и большого сѣченія жидкости. (La Houille Blanche).

Электрическая печь для обработки желѣза. Л. Контъ. Авторъ описываетъ печь для электрическаго нагрѣванія желѣза для его обработки и заковки, изготовляемую фирмой «Gebrüder Körting», Berlin. Плавильное пространство этой печи даетъ вполнѣ равномерную температуру и предохраняетъ нагрѣваемый металлъ отъ вреднаго дѣйствія воздуха или газовъ. Во избѣжаніе нежелательныхъ электролитическихъ явленій печь питается переменнымъ токомъ. Соли металловъ, представляющія изъ себя проводники второго класса, въ холодномъ состояніи не пропускаютъ тока, будучи же расплавлены обладаютъ значительной электропроводимостью. Электроды печи сдѣланы изъ мягкаго желѣза; вспомогательный электродъ даетъ цѣпь съ короткимъ замыканіемъ, при прерываніи которой образуется дуга, расплавляющая находящуюся по близости части соли. Приближая постепенно вспомогательный электродъ, можно нагрѣть соль до той температуры, при которой она становится хорошимъ проводникомъ. Въ этотъ моментъ проходитъ токъ чрезъ главные электроды, и содержимое печи начинаетъ постепенно плавиться. Температура, которую можно поддерживать въ печи, зависитъ отъ силы тока. Регулирующій трансформаторъ, въ первичную обмотку котораго можетъ быть включено по желанію любое число катушекъ, даетъ возможность получить любую силу тока. При этомъ достигается вполнѣ равномер-

ная температура любой желаемой высоты, и 1300° не представляетъ еще высшаго предѣла.

Достаточно разъ навсегда градуировать печь при помощи пирометра, чтобы знать силу тока, соответствующую любой желаемой температурѣ. Это обыкновенно достигается выборомъ определенныхъ солей: такъ, напримѣръ, хлористый барій плавится при 950°, смѣсь хлористаго барія съ хлористымъ калиемъ, въ пропорціи 2:1, плавится при 670° и т. д. Напряжение переменнаго тока въ первичной обмоткѣ при 50 періодахъ составляло въ среднемъ около 190 влт. Для приведенія печи въ дѣйствіе въ теченіи полчаса необходимо было около 50 вольтъ вторичнаго напряжения. Для t° отъ 750° до 1300° вторичное напряжение равно 13—18 вольтъ. Потребленіе энергіи въ среднемъ слѣдующее:

при t° = 880°	5,4 квт.
1140°	8,5 "
1300°	12,5 "

Измѣренія, произведенныя пирометромъ Сименса, показали, что температуры различныхъ точекъ печи одинаковы. (L'Eclair. Electr.).

Нѣчто о пламенныхъ дуговыхъ лампахъ. Элліоттъ сравниваетъ между собою пламенную дуговую лампу постоянного тока и лампу съ закрытой дугой, тоже постоянного тока. Результаты его изслѣдованій могутъ быть резюмированы въ слѣдующей табличкѣ:

	Лампа съ пламенной дугой.	Лампа съ закрытой дугой.
Амперъ	8	5,1
Вольтъ	45	91
Средняя сферическая въ свѣч.	1020	232
Ваттъ на 1 среднюю сферическую свѣчу	0,353	1,78

Длина дуги была 30 и 60 мм. Когда пламенная дуга была заключена въ шаръ изъ опаловаго стекла, распределеніе свѣта сравнялось съ такимъ же закрытой дугой.

Луи Б. Марксъ въ своемъ докладѣ 29 сѣзду электротехниковъ въ Нью-Йоркѣ о пламенной дугѣ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ:

- 1) При одинаковомъ расходѣ энергіи въ лампѣ пламенная дуга даетъ въ пять разъ больше свѣта, чѣмъ обыкновенная лампа съ закрытой дугой.
- 2) Пламенная дуга очень удобна для тѣхъ случаевъ, когда требуется сильный свѣтъ отъ одной единицы, какъ, напримѣръ, для цѣлей предупрежденія.
- 3) Пламенные дуговые лампы могутъ быть очень экономичны для освѣщенія большихъ помѣщеній и площадей, если ихъ подвѣсится на высотѣ 40 или 50 футовъ надъ землей.
- 4) Сосредоточеніе такого сильнаго потока свѣта въ одномъ мѣстѣ дѣлаетъ лампу не пригодной для освѣщенія улицъ въ Соединенныхъ Штатахъ.
- 5) Преимущества экономичности горѣнія сильно уменьшаются необходимостью часто замѣнять довольно дорого стоящие угли.
- 6) Дымъ и пепель, даваемый лампой, и непостоянство свѣта дѣлаютъ ее непригодной въ большинствѣ случаевъ для внутренняго освѣщенія.

Система управленія поѣздовъ электрической желѣзной дороги. Гардингъ и Кларкъ. Новая система управленія поѣздовъ съ многими единицами имѣетъ то преимущество, что въ ней требуется только одинъ главный проводъ, проходящій чрезъ весь поѣздъ. Этотъ единственный проводъ позволяетъ механику пускать двигатели въ ходъ, останавливать ихъ, перебивать направленіе движенія и регулировать скорость движенія. Каж-

дый двигатель снабженъ электромагнитнымъ приборомъ, управляющимъ контроллеромъ. Этотъ приборъ снабженъ двойной обмоткой, концы которой соединены—одинъ съ питающей цѣпью, а другой—съ металлической массой вагона. Средняя точка обмотки соединена съ управляющимъ проводомъ. Обмотка прибора расположена такимъ образомъ, что токъ проходитъ въ противоположныхъ направлѣнiяхъ въ обмоткахъ, и магнетизмъ одной половины нейтрализуетъ магнетизмъ другой. Главный контроллеръ или манипуляторъ механика состоитъ изъ реостата, раздѣленного на двѣ части, одна изъ которыхъ соединена съ питающей поѣздъ линiей, а другая съ землей. Рукоятка позволяетъ соединить управляющий проводъ съ одной или другой частью реостата и такимъ образомъ болѣе или менѣе сильно шунтировать одну или другую обмотку электромагнитнаго прибора; когда рукоятка находится на нулѣ, то магнетизмъ прибора нуль, при какомъ-либо другомъ положенiи рукоятки токъ, проходящiй въ одной изъ обмотокъ, сильнѣе, чѣмъ въ другой; якорь электромагнитнаго прибора перемѣщается въ томъ или другомъ направлѣнiи и увлекаетъ съ собой рукоятку контроллера двигателя. Чѣмъ болѣе разннца между токами въ обоихъ половинахъ обмотки, тѣмъ болѣе поворотъ рычага контроллера. Такимъ образомъ, можно устанавливать всѣ контроллеры въ однихъ и тѣхъ же положенiяхъ, соотвѣтствующихъ различнымъ скоростямъ и направлѣнiямъ движенiя.

(L'Eclairage Electrique).

БИБЛИОГРАФІЯ.

Wasserkraft. Von Privat-Dozent Dr Gottfried Zoepfl. Sonderabdruck aus der «Beilage zur Allgemeinen Zeitung». Berlin. Verlag von Franz Siemann, 48 S. in 8, br., 1906.

Мощность воды. Приватъ-доцента Готфрида Цѣпфля. Отдѣльный оттискъ изъ приложенiя къ «Всеобщей Газетѣ». Берлинъ. Изд. Франца Зименрота. 48 стр. въ 8°. 1906.

Какъ видно изъ перечня работъ автора этой брошюры, перечисленныхъ на обложкѣ, прив.доцентъ Цѣпфль—специалистъ по экономическимъ вопросамъ, и въ избираемыхъ имъ порою техническихъ темахъ, его интересуетъ главнымъ образомъ экономическая и хозяйственная сторона. Такимъ образомъ, хотя и заглавіе настоящей брошюры ничего не говоритъ о томъ, съ какой стороны авторъ подойдетъ къ избранному имъ предмету, тѣмъ не менѣе естественно ожидать, что центръ тяжести изложенiя будетъ лежать именно въ экономическомъ и хозяйственномъ измѣненiи нашей промышленности подъ влияніемъ замѣны чернаго угля «бѣлымъ».

Уже изъ того факта, что предлагаемая брошюра представляетъ собою отдѣльный оттискъ статьи изъ распространенной нѣмецкой газеты, можно судить о популярности и доступности ея изложенiя. И дѣйствительно, въ началѣ авторъ подробно рассказываетъ о замѣнѣ вѣка пара, вѣка паровыхъ машинъ, — вѣкомъ водяныхъ двигателей, вѣкомъ турбинъ. «Вѣдь очень, можетъ быть, говоритъ онъ, что вѣкъ угля и пара въ общемъ историческомъ развитiи человѣчества игралъ роль лишь краткой варварской антиэстетической эпохи, преддверiя къ лучшему будущему—господству энергiи воды, и тогда будутъ говорить уже не объ урожайномъ или голодномъ годѣ, а о много-или маловодномъ годѣ». Исходя изъ аналогичныхъ, нѣсколько гипотетическихъ предположенiй, авторъ ставитъ себѣ тѣмъ не менѣе интересную задачу рассмотреть измѣненiе социальныхъ условiй подъ влияніемъ новаго фактора—энергiи воды. Во вто-

рой главѣ своей брошюры онъ строитъ даже нѣкоторыя иллюзiи, что, благодаря развитiю и распространѣнiю дешевой энергiи при широкомъ участiи государства, складится нѣсколько существующiй антагонизмъ интересовъ труда и капитала.

Главнымъ фактическимъ матеріаломъ, на который опирается Цѣпфль, служатъ для него установки Ниагарскаго водопада. Наши читатели знакомы изъ помѣщенной въ журналѣ нашей статьи инж. Левицкаго съ главнѣйшими предпріятіями, использующими водопадъ, на которыхъ авторъ останавливается довольно подробно. Точно также въ «Электричествѣ» былъ своевременно изложенъ проектъ эксплоатации озера Титикаха въ Перу, почему мы и не распространяемся объ этомъ болѣе подробно.

Въ дальнѣйшихъ главахъ авторъ разсматриваетъ германскія и specially баварскія природныя воды, благоприятствующія эксплоатации напора воды. Въ особенности удобными въ этомъ отношенiи представляются баварскія Альпы и теченіе рѣки Изара, которое по вычисленіямъ можетъ дать до 10000 лошадиныхъ силъ. Подробной, впрочемъ, очень сочувственной критикѣ соотвѣтствующаго проекта, выработаннаго нѣкимъ Ф. Донатомъ, посвящена вся остальная часть книги. Перспективы, рисуемыя въ этомъ направлѣнiи г. Цѣпфлемъ, кажутся очень соблазнительными. Чуть ли не вся сѣть баварскихъ желѣзныхъ дорогъ перейдетъ на электрическую тягу, все сельское хозяйство и промышленность оживутъ, и городъ Мюнхенъ будетъ единственнымъ городомъ съ электрическимъ отопленіемъ, освѣщеніемъ, вентиляціей, трамваями и т. д. Кромѣ того, привьется производство новыхъ матеріаловъ: селитры, мѣди и тому подобныхъ электрохимическихъ продуктовъ.

Кромѣ этого проекта, авторъ излагаетъ и другой проектъ еще—Оскара фонъ-Миллера, исчисляющаго всю мощность баварскихъ рѣкъ въ 300 тыс. лошадиныхъ силъ.

Послѣднія двѣ-три главы брошюры снова вводятъ насъ въ область мало обоснованныхъ мечтанiй, быть можетъ и очень умѣстныхъ въ сочиненiяхъ вродѣ «Будущаго вѣка», «Черезъ 200 лѣтъ» и т. под.

Совершенно голословныя утвержденiя, не подкрѣпленныя и не могущія быть подкрѣпленными никакими цифрами или другими научными доводами, не интересны для специалиста и вредны для средняго читателя.

Общее впечатлѣніе, получаемое отъ этой брошюры таково, что она спокойно могла оставаться среди прочихъ статей «Münchener Allgemeine Zeitung», и издавать ее отдѣльной брошюрой не стоило.

I. T.

НОВЫЯ ИЗДАНИЯ.

И. Я. Перельманъ, инж.-мех. Электрическая энергiя и мелкое производство. Докладъ, читанный въ Обществѣ взаимопомощи русскихъ техникувъ. Москва. Изданіе Общества взаимопомощи русскихъ техникувъ. 1907. Цѣна 50 к.

Monographien über angewandte Elektrochemie. XXIV. Band. Dr. P. Ferchland und Dr. P. Rehländer. Die elektrochemischen deutschen Reichspatente. Mit 124 Figuren im Text. Halle a. S. Verlag von W. Knapp. 1906. Preis M. 10.

Annual report of the Smithsonian Institution for the year ending June 30, 1904. Washington City. 1905.

Редакторъ А. И. Смирновъ.