

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Новыя электрическія лампочки накаливания
съ химической точки зрењія.

Статья Д-ра Р. Бёма *).

Сильная конкуренція, возникшая для электричества со стороны газокалильного освѣщенія, дала новый импульсъ попыткамъ усовершенствованія электрическихъ лампочекъ накаливания. Попытки эти производятся главнымъ образомъ по двумъ направлѣніямъ: съ одной стороны пробуютъ замѣнить угольныя калильныя нити тѣлами накаливания изъ иныхъ матеріаловъ, съ другой—стремятся достигнуть болѣе выгоднаго режима для старыхъ угольныхъ лампочекъ. Первые лампочки Эдисона поглощали 4,5—5 ваттъ на 1 свѣчу-часъ, тогда какъ въ послѣдніе годы траты энергіи понизились до 3,5 ваттъ. Нѣкоторые специальные типы, расчитанные 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 достигнутъ предѣлъ возможнаго усовершенствованія угольныхъ лампочекъ, такъ какъ всѣ попытки повысить сопротивленіе угольныхъ нитей прибавкой постороннихъ веществъ не привели до сихъ поръ ни къ чemu. Въ качествѣ неплавящающейся тѣла уголь былъ бы идеальнымъ веществомъ для лампочекъ накаливания, если бы онъ не обладалъ непріятнѣмъ свойствомъ распыливаться при накаливании 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, сопровождаемыя возрастаніемъ поглощенія энергіи. Распыленіе усиливается съ повышениемъ температуры, такъ что угольныя лампочки на 200—250 вольтъ portятся значительно быстрѣ, 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, усилия изобрѣтателей направились въ поиски за другими тѣлами накаливания вмѣсто угля. Нернстъ высказалъ предположеніе, что между проводниками первого рода, т. е. обладающими металлической проводимостью, врядъ ли можетъ найтись тѣло, пригодное для накаливания съ цѣлью освѣщенія; тогда ему осталось искать между проводниками второго 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 нагревѣніи и приобрѣтаютъ неожиданно высокую проводимость. Нернсту удалось также въ значительной мѣрѣ устранить разлагающее электролитическое дѣйствіе тока на эти тѣла, но указанное основное свойство послѣднихъ—пробѣгать проводимость только при высокой температурѣ—является принципіально неизбѣжнымъ и обусловливаетъ въ практикѣ главный недостатокъ лампочки Нернста: необходимость ея предварительного разогрева. Многочисленныя конструкціи, пытающиеся устранить это неудобство тѣмъ или инымъ сочетаніемъ Нернстойской лампочки съ угольной, страдаютъ въ свою очередь недостаткомъ слишкомъ большой чувствительности къ колебаніямъ тока.

Тотъ самый изобрѣтатель, которому газовое освѣщеніе обязано своимъ спасеніемъ, съумѣлъ также найти новое оружіе и для электрическаго освѣщенія. Въ концѣ 90 годовъ минувшаго ст. Ауэръ-фонъ-Вельсбахъ занялся поисками лучшаго тѣла накаливания для электрическихъ калильныхъ лампочекъ и нашелъ такое въ одномъ изъ металловъ платиновой группы—осмію, плавящемся лишь при температурѣ вольтовой дуги. Такъ какъ осмій, вслѣдствіе своей ломкости, не поддается вытягиванию въ тонкую проволоку, то Ауэръ пришлось выработать особый способъ изготавленія 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 примесь не обуглится вполнѣ и не начнетъ также проводить токъ. Послѣ этого нити, состоящія, значитъ, кромѣ осмія, еще изъ мелкораздробленнаго угля, накаливаются довольно продолжительное время до ярко-блѣлаго каленія въ атмосферѣ воздуха, насыщенаго парами воды; при этомъ весь углеродъ выгораетъ, а частички осмія спекаются въ крѣпкую, однородную нить.

Оставляя въ сторонѣ то обстоятельство, что до сихъ поръ для продажи удалось фабриковать осміевые лампочки лишь для низкихъ напряженій тока, наиболѣе сомнительнымъ пунктомъ при оцѣнкѣ практическаго значенія осміевой лампочки слѣдуетъ считать трудность полученія достаточныхъ количествъ осмія, въ виду рѣдкости нахожденія его въ природѣ. Раньше этотъ металль имѣлъ такъ мало примѣненій, что для нихъ хватало того осмія, который получается въ качествѣ отброса при добываніи и переработкѣ платины. Но фабричное производство осміевыхъ лампочекъ требуетъ несравненно большихъ количествъ. Ауэръ поэтому, раньше чѣмъ выступилъ 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 газокалильной горѣлкой мы имѣемъ передъ собой рѣдкій случай, что

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

два важных изобретения одного и того же изобретателя вступают в конкуренцию друг с другомъ и, что особенно интересно, оба фабрикуются и эксплуатируются однимъ и тѣмъ же обществомъ. „Ауэровское Общество“ утверждаетъ, что у него имется достаточный запасъ осмія для выдѣлки нѣсколькихъ миллионовъ лампочекъ, а также для поддержания производства на той же высотѣ и въ будущемъ. Такъ какъ оно покупаетъ перегорѣвшія лампочки обратно (по цѣнѣ 75 пфен. штука), то оно надѣется такимъ путемъ пополнять свои запасы осмія. Кромѣ того образовалось горное общество специально съ цѣлью добыванія новыхъ количествъ этого металла.

Металлы обладаютъ электропроводимостью не только въ твердомъ, но также въ расплавленномъ и парообразномъ состояніи. Уже въ 1860 году англичанинъ Уэй показалъ, что можно получить сильный свѣтъ, пропуская токъ чрезъ пары ртути. Послѣ этого первого опыта ртутная лампа была долгое время забыта. Лишь 20 лѣтъ спустя о ней зашла вновь рѣчь въ привилегіяхъ Рапіева и Ризе, а также Ланганса (1887), но лампы этихъ изобретателей оставались чисто лабораторными приборами. Большій успѣхъ имѣла ртутная лампа Аронса (1892), но и ей не удалось пробиться на путь практическаго примѣненія. Лишь нѣсколько лѣтъ тому назадъ, послѣ болѣе основательного изслѣдованія электрическаго характера паровъ ртути, Петеръ Куперъ Юитту удалось настолько усовершенствовать ртутную лампу, что она могла получить практическое значеніе. Основнымъ условиемъ для конструкціи годной лампы оказалось, по опытамъ Юитта, поддержание внутри ея вполнѣ опредѣленной температуры и плотности ртутнаго пара. Всеобщему распространению новой ртутной лампы мѣшаютъ пока главнымъ образомъ, то обстоятельство, что она испускаетъ не бѣлый, а голубовато зеленый свѣтъ. Красные лучи въ немъ вполнѣ отсутствуютъ, такъ что свѣтъ лампы измѣняется всѣ цвѣта за исключеніемъ бѣлаго и чернаго. За то свѣтъ ртутной лампы чрезвычайно богатъ ультрафиолетовыми лучами, изученіе которыхъ пріобрѣло въ послѣдніе годы столь выдающійся интересъ какъ съ научной, такъ и съ практической точки зрѣнія (например, Финзеновскій методъ лѣченія опухолей и т. под.). Такъ какъ обыкновенное стекло сильно поглощаетъ ультрафиолетовые лучи, то для изготавленія ртутныхъ лампъ съ данной цѣлью пришлось обратиться къ другому матеріалу, а именно къ сплавленному, аморфному горному хрусталию. Изъ такого, такъ называемаго, кварцеваго стекла фирма В. Гереуса въ Ганau выдѣлывается ртутная лампа, обратившія на себя общее и заслуженное вниманіе на съездѣ естествоиспытателей въ Бреславль въ 1905 году. Уже сильный запахъ озона вокругъ такой лампы во время ея горѣнія свидѣтельствуетъ о большомъ количествѣ испускаемыхъ ею ультрафиолетовыхъ лучей, активирующихъ кислородъ воздуха. Спектроскопическая изслѣдованія обнаружили, что спектръ лампы простирается въ эту сторону до длины волны 220 мк. Широкому распространению кварцевой ртутной лампы мѣшаютъ лишь высокая цѣна сосудовъ изъ сплавленного хрусталия, въ связи съ ихъ ломкостью. Технику извѣстнаго стекляннаго завода Шотта (Schott & Genossen) въ Іенѣ, д-ру Чиммеру, удалось недавно выработать особый сортъ стекла, довольно свободно пропускающій ультрафиолетовыя лучи. Спектръ ртутной лампы изъ этого стекла (получившаго название „увіоля“) простирается въ сторону ультрафиолетовыхъ лучей до волны 253 мк, что вполнѣ достаточно для медицинскихъ примѣненій, такъ какъ лучи болѣе короткой волны все равно обладаютъ слишкомъ малой способностью проникновенія. Видимая часть спектра увіоловой лампы, начинаясь съ 405 мк, доходитъ лишь до 579 мк. Лампы Шотта и Гереуса оказываютъ услуги также и для другихъ цѣлей, помимо медицинскихъ; такъ, онѣ очень удобны для фотографированія и копированія, также

для испытанія прочности красокъ въ текстильной промышленности; линіи матерій совершаются, какъ извѣстно, отъ дѣйствія солнечнаго свѣта, главнымъ образомъ его ультрафиолетовыхъ лучей; неблагопріятныя климатическія условія среднихъ широтъ вынуждаютъ красочныхъ заводы, для ускоренія испытанія красокъ, производить его на югѣ, пользуясь болѣе яркимъ солнцемъ; многочисленные опыты показали, что и въ этомъ случаѣ увіоловая лампа можетъ вполнѣ замѣнить яркий солнечный свѣтъ. Поразительное дѣйствіе оказывается эта лампа на мелкихъ насекомыхъ; такъ, комнатныя муки убиваются ея лучами на разстояніи около 1½ см., въ теченіи одной минуты подъ лампой, свѣтившей въ лѣтнюю ночь въ комнатѣ съ открытымъ окномъ, оказалось къ утру тысячи убитыхъ мелкихъ ночныхъ насекомыхъ. Убийственно дѣйствуетъ увіоловая лампа также и на бактеріи.

Построенная также д-ромъ Шоттомъ и показанная имъ на послѣднемъ съездѣ естествоиспытателей въ Меранѣ такъ называемая флуоресциновая лампа представляетъ собой видоизмененіе увіоловой и отличается тѣмъ, что въ ней устранина еще большая часть видимаго спектра; она горѣть поэтому довольно темно и окружающіе предметы кажутся въ ея свѣтѣ неясными и расплывчатыми. Но во многихъ тѣлахъ, напримѣръ, въ урановомъ стеклѣ, родиолитѣ, флуоресценціи и т. д., лучи этой лампы вызываютъ флуоресценцію, и притомъ настолько сильную, что они начинаютъ свѣтиться сильнѣе, чѣмъ сама лампа; подобное же явленіе въ болѣе слабой степени показываютъ вазелинъ, ланолинъ, мыла и человѣчная кожа. На кожѣ при этомъ становятся заметными различные измѣненія, невидимыя при обычновенномъ дневномъ свѣтѣ, такъ что „флуоресциновая“ лампа оказывается пригодной не только для терапевтическихъ и патологическихъ цѣлей, но также и для діагноза.

Герцъ давно сдѣлалъ извѣстное открытие, что ультрафиолетовые лучи обладаютъ способностью освобождать отрицательные электроны изъ тѣла, на которыхъ они падаютъ. Поэтому увіоловая или кварцевая лампа также вызываетъ сильную ионизацію, что ясно обнаруживается находящимся въ ея близости электроскопомъ; какъ это явленіе, такъ и упомянутое выше флуоресцированіе живо напоминаютъ аналитические свойства радиа. При всѣхъ работахъ съ ультрафиолетовыми лучами необходимо защищать глаза очками, такъ какъ иначе они легко подвергаются сильнымъ воспаленіямъ. Еще 50 лѣтъ тому назадъ французскіе ученыe Рене и Фуко высказали мнѣніе, что фіолетовые и ультрафиолетовые лучи вредны для глазъ, а именно тѣмъ, что вызываютъ флуоресценцію жидкаго тѣла глаза и тѣмъ самымъ утомляютъ глазной нервъ, а также вызываютъ измѣненія въ прозрачныхъ тканяхъ глаза. Такъ какъ ртутная лампа особенно богата химическими дѣйствующими лучами, то свѣтъ ея сильнѣе разрушаетъ активное вещество сѣтчатой оболочки глаза, такъ называемый зрительный пурпуръ, чѣмъ другие обычные источники свѣта. Поэтому съ гигиенической точки зрѣнія слѣдуетъ отдавать предпочтеніе тѣмъ способамъ освѣщенія, которые даютъ желтоватый или красноватый свѣтъ. Въ виду того, что своеобразный зеленоватый свѣтъ лампы Юитта дѣйствуетъ непріятно на глаза, пробуютъ искусственно обогащать ея спектръ красными лучами, соединя съ обыкновенными лампочками накаливания (ортогохромовая лампа) или сдвигая спектръ въ сторону болѣе длинныхъ волнъ при помощи различныхъ флуоресцирующихъ пигментовъ.

Много попытокъ было сдѣлано замѣнить ртуть какимъ нибудь другимъ металломъ, но до сихъ поръ безуспѣшно: распыленіе и регенерація отрицательныхъ электродовъ связаны въ другихъ металлахъ со слишкомъ большими затрудненіями. Пробовали, схранили ртутные электроды, наполнять лампу другими газами—но также безъ какихъ-либо положительныхъ

результатовъ. Вернеръ фонъ Болтонъ возвратился поэтому опять къ идеѣ Аура и пришелъ такимъ образомъ къ своей танталовой лампѣ. Танталъ, подобно осмію, представляетъ собой металль, обладающій температурой плавленія значительно выше точки плавленія платины (а именно около $2250-2300^{\circ}$), который уже Эдисонъ пытался, но безъ успѣха, пользоваться для выдѣлки калильныхъ нитей. Электрическое сопротивленіе 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. съченія, 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 накаливаніи онъ, какъ и осмій, становится мягкимъ, а послѣ $200-300$ часовъ горѣнія хрупкимъ. Танталовая лампочковая нить имѣетъ лишь $0,035-0,05$ мм. толщины; 25 свѣчнай лампа на 110 вольтъ требуетъ нить (поперечника 0,05 мм.) длиной въ 650 мм., вѣсящую 0,022 грам., 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 напряженіями, но для танталовой фирмѣ Сименсъ и Гальске съ Шольфиномъ (нѣм. прив. 159096) удалось конструктировать груши со стеклянными рамами и опорами внутри, на которыхъ могутъ быть намотаны въ видѣ различныхъ звѣздообразныхъ и т. п. рода фигуру очень длинная нити. Та же фирма получила привилегію на изготавленіе сплавленного тантала изъ аморфаго, 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 вполнѣ устранить возможность образования карбидовъ (что имѣло бы своимъ послѣдствіемъ быстрое разрушеніе нити), аморфный металлический 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 индиферентнаго газа. Кусокъ тантала, разогрѣтаго до краснаго каленія, можетъ быть выплющенъ подъ паровымъ молотомъ въ листъ и, оставаясь совершенно гибкимъ, пріобрѣтаетъ твердость закаленной стали.

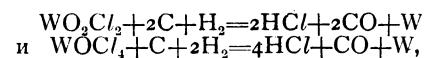
Цирконовая лампа. Карбиды металловъ дѣляются, какъ извѣстно, на двѣ группы, изъ которыхъ карбиды одной разлагаются водой, другой—нѣтъ. Ко второй группѣ относится карбидъ цирконія, который нашелъ въ послѣднее время примѣненіе для производства калильныхъ нитей. По привилегіямъ Сандерса (нѣм. прив. 133701, 137568 и 137569), эксплоатацией которыхъ въ Германіи находится въ рукахъ фирмы Hollefreund & C^o въ Берлинѣ, цирконовая тѣлья накаливанія изготавляются изъ водородныхъ и азотныхъ соединений циркона при помощи органическихъ связующихъ веществъ. Для получения этихъ соединений цирконовую землю возстановляютъ дѣйствиемъ металлическаго магнія въ струѣ водорода или азота, по способу Винклера. Въ противоположность анализамъ Винклера и Бейля, при этомъ, въ томъ случаѣ если возстановленіе производится стъ избыткомъ магнія и при нагреваніи извѣнѣ, въ струѣ водорода получается чистое водородное соединеніе, отвѣчающее точно формулу ZrH_4 . Для удаленія избытка магнія и магнезія, продуктъ реакціи обрабатываютъ соляной кислотой, высушиваютъ и замѣшиваютъ въ тѣсто при помощи какого нибудь органическаго вещества. Изготовленія 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 напряженія, при чѣмъ происходитъ образованіе карбида, который обладаетъ достаточно хорошей проводимостью; во избѣжаніе окисленія груша наполняется водородомъ; при усиленіи тока нить спекается, становится твердой, пріобрѣтаетъ 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 цирконіи; для этого (см. нѣм. прив. 140323 и 141353) угольная нить накаливается внутри груши токомъ въ атмосферѣ летучихъ цирконіевыхъ соединений, причемъ, напримѣръ, 25 свѣчевая лампочка превращается въ 30-32 свѣчевую, бѣрущую при 220 вольтахъ 2,5 ватта на свѣчу. Недавно та же фирма Hollefreund & C^o 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.

Иридіевая лампа. Почти одновременно съ цирконовой появилась иридіевая лампа. Иридій, применение которого съ этой цѣлью предложилъ еще Эдисонъ, обладаетъ чрезвычайной твердостью и хрупкостью и не даетъ вытягиваться въ нить. Практическіе примѣненіе его для лампочекъ накаливания стало возможнымъ лишь по способу Гюльхера (нѣм. прив. 145456 и 145457). По этимъ привилегіямъ иридіевая нить изготавляются изъ мелко раздробленного металла, при помощи связующихъ органическихъ веществъ, которая затѣмъ выжигаются, послѣ чего нить спекается сильнымъ прокаливаниемъ. Иридіевая лампа, подобно осміевой, расчитана только на низкія напряженія и не представляетъ серьезной конкуренціи для угольной лампочки уже въ силу рѣдкости нахожденія иридія. Подобно осміевой, она выгодна главнымъ образомъ при пользованіи аккумуляторами.

Вольфрамовая и молибденовая лампы. Къ металламъ, отличающимся своей тугоплавкостью и малой летучестью, относятся также вольфрамъ и молибденъ. Мысль воспользоваться ими для лампочекъ накаливания не нова, и уже извѣстно было нѣсколько способовъ покрывать платиновыя или угольные нити тонкимъ слоемъ этихъ металловъ. Выданный недавно привилегіи А. Юста и Ф. Ганамана въ Вѣнѣ (нѣм. прив. 154262) касается, однако, способа изготавленія калильныхъ тѣлья изъ самихъ металловъ. Какъ извѣстно, оксихлористыя соединенія вольфрама и молибдена возстановляются водородомъ при температурѣ краснаго каленія. Поэтому, при накаливании металлической или угольной нити въ атмосферѣ паровъ оксихлористаго вольфрама и избыточнаго водорода, возстановляемый вольфрамъ осаждается на нити и получается калильное тѣло съ серцевиной изъ угля или металла и оболочкой изъ вольфрама. Опыты Юста и Ганамана показали, однако, что при соблюдении нѣкоторыхъ условий реакція протекаетъ совсѣмъ инымъ образомъ. А именно, въ томъ случаѣ, если угольная нить съильно накаливается токомъ въ парахъ 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 осаждаетъ вольфрамъ. Когда весь

уголь вытесненъ вольфрамомъ, въ группу вводится большая пропорція водорода, который теперь одинъ восстанавливается соединеніе вольфрама, послѣдній же, осѣдая на нити, дѣлаетъ ихъ еще толще и крѣпче. По сообщенію „Соединенного Электрическаго Акционерного Общества“ въ Ўйнестѣ, такимъ способомъ удастся получать чрезвычайно тонкія нити изъ чистаго вольфрама, дающія возможность, даже для лампочекъ на 32 свѣчи, достигать рабочаго напряженія 110 вольтъ.

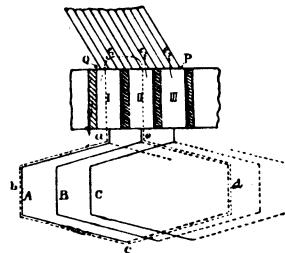
Графитовая лампа. Обыкновенныя угольныя калильныя нити получаются, какъ извѣстно, путемъ такъ называемаго прерыванія, т. е. электрическаго прокаливанія въ атмосферѣ углеводородныхъ паровъ. Howell недавно нашелъ, что такія прерыванныя нити подвергаются еще значительному измѣненію при болѣе сильномъ прокаливаніи въ электрической печи, при 3000—3700°. Послѣ такой обработки нити выглядятъ какъ бы оплавленными, а ихъ электрическое сопротивленіе уменьшается на 80%. Температурный коэффициентъ проводимости при этомъ также сильно меняется и становится изъ положительного отрицательнымъ, такъ что нить приобрѣтаетъ и въ этомъ отношеніи металлический характеръ. Трата энергіи составляетъ въ лампѣ Howell'a 2,5 ватта на 1 свѣчу.

Л. Г.

наго увеличенія ихъ объема. Эти средства являются вполнѣ действительными, и поэтому главнымъ затрудненіемъ являлось до сихъ поръ устройство привильной безыскорной коммутаціи.

Вопросъ объ отсутствіи искръ сталъ особенно важнымъ теперь, когда благодаря прогрессирующему распространенію паровыхъ турбинъ число обмотокъ вновь проектируемыхъ машинъ все увеличивается. Здѣсь уже вопросъ о правильной коммутаціи 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 якоря высокаго сопротивленія щетокъ, большого діаметра якоря въ сравненіи съ длиной, щатальной выѣдки коллекторовъ—всѣ эти средства, которыя, увеличивая количество мѣди, сильно удороожали машину, являются устарѣлыми. Возникаетъ необходимость обратиться къ специальнymъ приспособленіямъ, которыхъ въ корыѣ бы уничтожили разъ навсегда при всякихъ нагрузкахъ всѣ тѣ причины, которыя вызываютъ искрообразованіе машины, уничтожили бы ихъ прямо, а не при помощи палладиевъ, какими являются всѣ предыдущія мѣры. И какъ часто бываетъ въ техникѣ 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 позволяемъ себѣ нѣсколько подробнѣе остановиться на теоріи коммутаціи, какъ она трактуется новѣшими 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 i изменится отъ $-ia$ до $+ia$, где ia обозначаетъ силу тока въ одной параллельной вѣтви обмотки якоря. Это изменение можетъ произойти по различнымъ законамъ или, иначе говоря, это изменение силы тока можетъ графически изображаться различными кривыми, уравненіе которыхъ мы для общности обозначимъ $i_k = \varphi(t)$, где t есть нѣкоторая доля периода Т въ теченіе которой совершаются коммутаціи.

Противудѣйствующія электродвижущія силы, которые должны быть преодолѣть токъ, проходящий по abcde во время короткаго замыканія, будуть:

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

Новое теченіе въ построеніи машинъ постояннаго тока.

Статья I. Троцкаго.

Конструкція динамо и двигателей постояннаго тока достигла, казалось, въ послѣдніе два-три года кульминационной точки своего развитія. Если мы сравнимъ вѣсъ машинъ, конечно, съ однимъ и тѣмъ же числомъ оборотовъ, приходящійся 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 использованію матеріала и объема; и такъ какъ поперекъ дороги въ этомъ направлениі стоятъ двѣ преграды, именно, нагреваніе машины съ одной стороны, и условія правильнаго коммутированія тока съ другой, то и всѣ усиленія техники направлены были въ послѣдніе времена къ тому, чтобы преодолѣть эти два препятствія.

Что касается первого, т. е. предѣльного 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, которая позволяютъ увеличить охлаждаемую поверхность подверженныхъ нагреванію частей безъ силь-

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

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

гдѣ L и M суть коэффициенты само- и взаимоиндукций.

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

3) Омическое падение напряжения, возникающее въ точкахъ соприкосновенія 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 противовоздействующія силы, мы найдемъ, что для того, чтобы коммутируемое было возможно или для того, чтобы преодолѣть эти силы, слѣдуетъ въ коротко замкнутой секціи извѣнѣ индуктировать электродвижущую силу, которая бы въ каждый данный моментъ была бы имъ равна и противоположна. Величина ея, которую обозначимъ черезъ E_k , выразится следующимъ образомъ

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

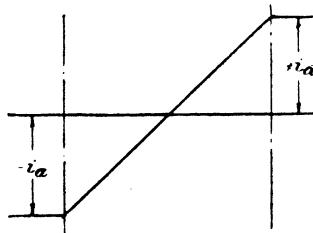
Такъ какъ сопротивление всей обмотки, а тѣмъ болѣе одной секціи незначительно, то пренебрегая имъ и обозначая $e_2 - e_1$ буквою E_f , мы перепишемъ полученное равенство въ видѣ

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

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

Возвращаясь теперь къ тому, когда коммутацио слѣдуетъ считать совершенной, отмѣтимъ, что большинство изслѣдователей считали идеально необходимымъ для этого условіемъ, чтобы электродвижущая сила искрообразованія $E_f = e_2 - e_1$ 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 соприкосновенія щетки была бы одна и та же плотность тока. Не составляеть никакого труда показать, что въ этомъ случаѣ въ коротко замкнутой секціи сила тока будеть измѣняться по прямой линіи, прямо пропорционально времени, и, напримѣръ, по истечениіи про-

межутка $\frac{T}{2}$ токъ отъ $-i_a$ уменьшается до 0, а въ слѣдующій $\frac{T}{2}$ возрастаетъ снова до $+i_a$ (фиг. 2).



Фиг. 2.

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

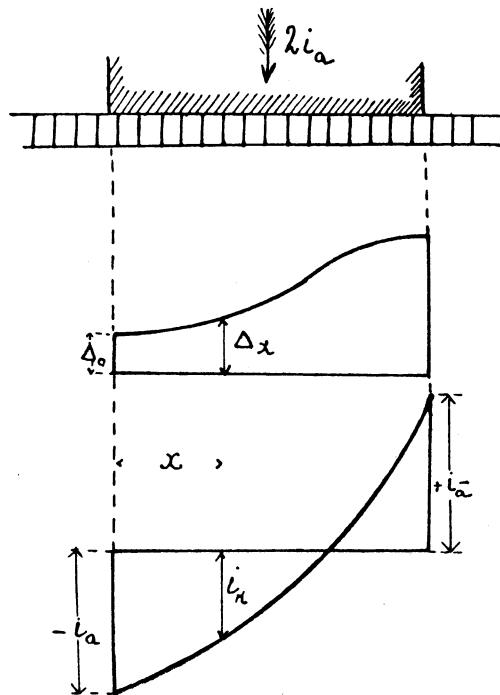
*) Das Funken von Kommutatormotoren mit besonderer Berücksichtigung der Einphasen-Kommutatormotoren von F. Punga. Hannover. 1905.

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

а уравненіе (2)

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

Изъ этого выраженія слѣдуетъ, что для достиженія совершеннай коммутациіи мы должны тѣмъ или инымъ способомъ индуктировать въ коротко замкнутой секціи электродвижущую силу, которая (принимая множитель $L + \Sigma M$ постояннымъ) должна сохранять неизмѣнной свою величину во время всего периода коммутациіи и съ другой стороны измѣняться при измѣненіи нагрузки прямо пропорционально току въ якорѣ. При этомъ условіи, т. е. при постоянной плотности тока на поверхности коммутатора, потеря энергіи въ коммутаторѣ будетъ минимумъ, не будеть никакихъ дополнительныхъ токовъ и коммутаторъ въ электрическомъ отношеніи будетъ представлять изъ себя ничто иное, какъ простое контактное кольцо. Тѣмъ не менѣе некоторые изслѣдователи находятъ болѣе выгоднымъ не прямолинейное распределеніе силы тока, соотвѣтствующее равной плотности тока, но наоборотъ, полагаютъ, что для правильной коммутациіи выгоднѣе, чтобы плотность тока на переднемъ краѣ щетки была бы меньше, чѣмъ на заднемъ, и, слѣдовательно, чтобы распределеніе плотности тока соотвѣтствовало бы кривой, изображенійной на фиг. 3. Такое распределеніе



Фиг. 3.

не выгоднѣе, по ихъ мнѣнію, на томъ основаніи, что искры большей частью появляются на переднемъ краю щетки, гдѣ поэтому и умѣстно ослабить плотность тока.

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

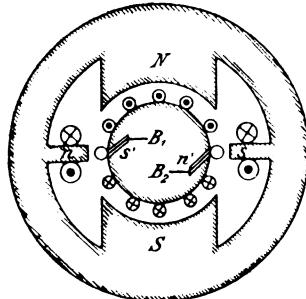
$$i_k = i_a - \int_0^{s_2} \Delta_i dx = f(s) = \varphi(t)$$

Но послѣдующія наблюденія показали, что искро-

образованіе наблюдается и на заднемъ краю щетки и посрединѣ, когда плотность тока въ той или другой точкѣ превысить допустимую величину. Вслѣдствіе этого, мы останемся при томъ опредѣлениі, что идеальной коммутацией будемъ называть такую, при которой сила тока измѣняется линейнымъ образомъ, или, что одно и то же, при которой плотность тока будетъ сохранять одну и ту же величину на всей поверхности соприкосновенія щетки.

Для того, чтобы индуктировать извнѣ необходимую электродвижущую силу E_k пришлось обратиться къ вспомогательнымъ полюсамъ.

Сама идея вспомогательныхъ полюсовъ, равно какъ и компенсационныхъ обмотокъ, очень стара и была предложена впервые Матеромъ и Свинбурномъ въ 1886 году, т. е. 20 лѣтъ тому назадъ, а затѣмъ выдвигалась въ разное время Менисомъ, Свинбурномъ, Фишеръ Гинненомъ и другими. Всѣ эти изобрѣтенія ставили себѣ, однако, другую цѣль. Авторы ихъ имѣли въ виду при ихъ помощи нейтрализировать поле, создаваемое ампервитками якоря при полной нагрузкѣ машины и искажающее поле возбужденія. На фиг. 4 N и S изображаютъ главные, а n и s вспомогательные полюсы.



Фиг. 4.

могательные полюса. Кружки и крестики обозначаютъ направленія тока въ обмоткѣ якоря. Созданное ампервитками якоря магнитное поле будетъ имѣть южный полюс S_1 у щетки B_1 , а сѣверный полюс n' у щетки B_2 . Чтобы компенсировать это магнитное поле надо магнетизировать вспомогательные полюсы такимъ образомъ, чтобы сѣверный полюс n былъ бы у s' , а южный z у n' .

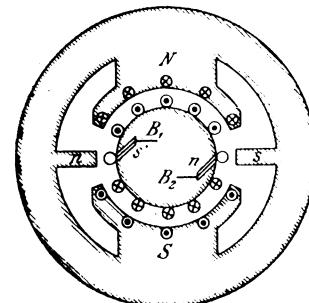
Теоретически идеальная компенсациія была бы достигнута, если бы обмотку якоря просто напрото продолжили бы въ станинѣ, или иначе говоря, чтобы каждой проволокѣ якоря соотвѣтствовала бы проволока въ станинѣ, по которой бы протекалъ токъ равной силы, но противоположнаго направленія. Станину можно было бы выполнить совершенно такъ, какъ статоръ индукціонного двигателя перемѣнного тока. Этотъ именно путь и выбралъ Дери, но при дальнѣйшихъ испытаніяхъ онъ увидѣлъ себя вынужденнымъ, кроме этой обмотки, устроить еще и вспомогательные полюса для возбужденія коммутирующаго поля. Фиг. 5 представляетъ собою схематическое изображеніе двухполюсной машины Дери.

Между примѣненіемъ вспомогательной компенсационной обмотки и вспомогательныхъ полюсовъ принципиально нѣтъ никакой разницы, такъ какъ совершенно все равно возбуждается ли вспомогательное поле особыми полюсами или обмоткой, расположенной въ пазахъ станины, но при разсмотрѣніи побочныхъ обстоятельствъ можно прийти даже къ тому заключенію, что теоретически говоря, на сторонѣ системы Дери даже нѣкоторая преимущества.

Дѣло въ томъ, что она не только уничтожаетъ поле, возбуждаемое ампервитками якоря, по направленію линіи, соединяющей щетки, какъ и вспомогательный полюсъ, но она возбуждаетъ вспомогательное поле и противодѣйствуетъ смѣщенію силовыхъ

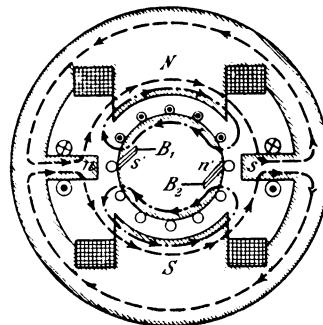
линій подъ полюсными башмаками и дѣлаетъ его даже отрицательнымъ.

Болѣе того, не слѣдуетъ забывать о томъ, на что указалъ Бреслауэръ *), что при вспомогательныхъ полюсахъ магнитные потоки ихъ противодѣйствуютъ полюсу якоря только внутри самого якоря, а внѣ его, какъ это легко видѣть, паразитные потоки силовыхъ



Фиг. 5.

линій главныхъ и вспомогательныхъ полюсовъ не только не вычитаются, но даже усиливаютъ другъ друга, увеличивая разсѣяніе. На фиг. 6 направления стрѣлокъ ясно указываются, где оба потока имѣютъ одно и то же направленіе. Наоборотъ, въ конструкціи, предложенной Дери, это не только отсутствуетъ но вообще всякое смѣщеніе линій совершенно и



Фиг. 6.

вполнѣ компенсировано. Такимъ образомъ, съ какой бы точки зреія мы ни смотрѣли, преимущество оказывается на сторонѣ компенсирующихъ обмотокъ Дери или другихъ.

Но дѣло совершенно менѣется, когда на сцену выходятъ конструктивная или экономическаяображенія. Конструкція Дери есть ничто иное, какъ дѣвъ перекрецивающіяся системы обмотокъ, что представляетъ большое затрудненіе для обмотки по шаблонамъ и приходится прибѣгать къ обмоткѣ отъ руки. Даѣте, изоляція никогда не можетъ быть такъ хорошо выполнена, какъ при обмоткѣ полюсовъ; но главное преимущество вспомогательныхъ полюсовъ сравнительно съ обмотками это экономія мѣди и при томъ очень значительная. Такъ какъ необходимое число ампервитковъ въ томъ и другомъ случаѣ почти одинаково, то потребное количество мѣди, при равной допустимой потерѣ энергіи, прямо пропорціонально средней длине одного витка; но уже съ первого взгляда на фиг. 4 и 5 легко убѣдиться, насколько длина одного витка меньше у вспомогательного полюса. Болѣе точные подсчеты по выполнененнымъ машинамъ показываютъ, что средняя длина

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

въ первомъ случаѣ вдвое менѣе, чѣмъ во-второмъ. А такъ какъ при равной потерь энергіи сбченіе вдвое длинѣйшей проволоки должно быть и вдвое болѣе, 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 магнитного потока и вообще предположить извѣстнымъ распределеніе линій силы.

Для уясненія себѣ теоретически этого распределенія магнитного потока обратимся къ фиг. 4, при чмъ для простоты потерями вслѣдствіе утечки мы пока пренебрежемъ и вспомогательные полюсы n и s предположимъ отсутствующими. Если далѣе Φ_p и Φ_c будуть соотвѣтственно числа линій силы пронизывающихъ арматуру и станину, R_p —совокупное магнитное сопротивленіе (reluctance) сердечника, между желѣзного пространства и зубцовъ, $2R_c$ магнитное сопротивленіе станины между двумя полюсами, а F_p магнитодвижущая сила обмотки одного полюса то по закону Кирхгофа должно для одной вѣтви магнитного потока существовать равенство

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

Между пунктами N и s разность магнитныхъ потенциаловъ будетъ

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

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 —потоки полюсовъ главныхъ, Φ'_c и Φ''_c потоки станины, а R_a магнитное сопротивленіе вспомогательного полюса + междужелѣзное пространство найдемъ для вѣтви sSs

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

а для вѣтви sSs

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

Складывая почленно, имѣемъ

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

Очевидно, хотя бы изъ симметрии, 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,

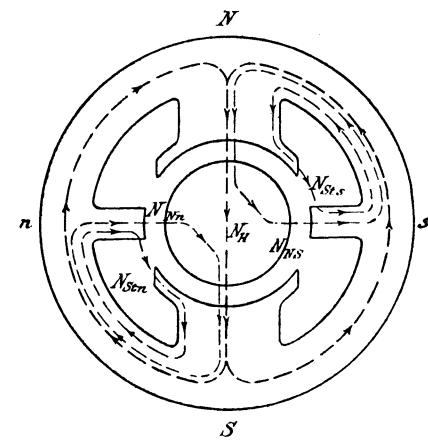
$$\Phi'_p = \Phi_p.$$

Иначе говоря, присоединеніе вспомогательныхъ полюсовъ не измѣняетъ существующаго распределенія линій силы въ потокѣ пронизывающемъ главные полюсы, 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 вліяніе на всѣ вѣтви магнитного потока, имѣющаго мѣсто въ машинѣ. И представляетъ чрезвычайный интересъ

изслѣдоватъ опытнымъ путемъ дѣйствительное направлѣніе магнитныхъ линій.

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



Фиг. 7.

наконечника главнаго полюса отъ одноименного вспомогательного больше, чѣмъ отъ разноименного.

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 двухполюсной машины представляютъ собою двѣ самостоятельныя, другъ отъ друга независимыя системы, и направлениія силовыхъ потоковъ представлены пунктитрными линіями. Общіе пути они имѣютъ въ станинѣ и въ якорѣ, причемъ въ мѣстахъ, означенныхъ буквами A направлениія (фиг. 8) ихъ совпадаютъ, а въ B —противоположны. Единственное вліяніе 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 чувствительнымъ баллистическимъ гальванометромъ. Главные и вспомогательные полюса питались отдельными батареями, такъ что замыканіе и размыканіе одной цѣпи не оказывало вліянія на другую.

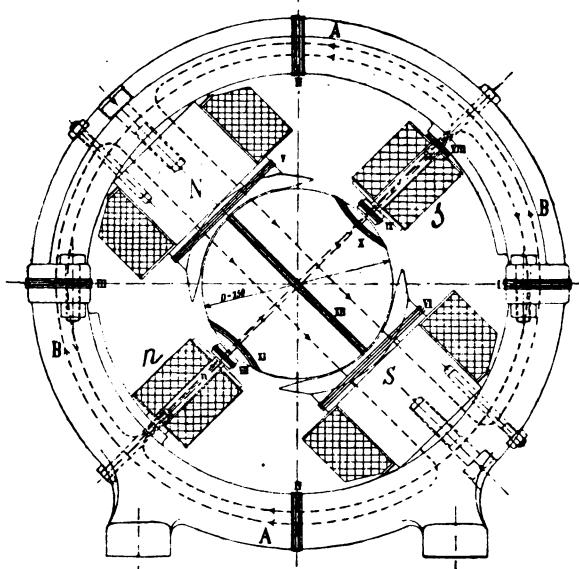
Первая серия опытовъ состояла въ томъ, что возбуждались одни главные полюсы и измѣрялись соответствующіе потоки силовыхъ линій. При этомъ во вспомогательныхъ полюсахъ гальванометръ не обнаружилъ присутствія силовыхъ линій. Затѣмъ, наоборотъ, замыкалась одна цѣпь вспомогательныхъ

*) См. E. T. 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 линій, то настолько незначительное, что его слѣдуетъ приписать лишь неполной симметріи полюсовъ. Въ третьей серии 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 возбуждения 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.

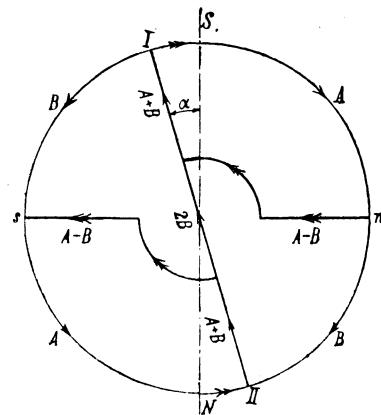
Такъ какъ полезные потоки оказываются независимыми другъ отъ друга, то таковыми же должны быть и потоки утечки.

Приведенное выше схематическое распределеніе силовыхъ потоковъ, принадлежащее Полю, оказывается невѣрнымъ, такъ какъ опыты Арнольда показали, что потоки утечки направляются одинаково въ сторону одноименнаго и разноименного 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; явление происходитъ такъ, какъ будто бы эти два потока существовали. На самомъ дѣлѣ явление происходитъ совсѣмъ иначе, и магнитные потоки развѣтвляются такъ, какъ это изображено на фиг. 9, где А означаетъ потокъ, протекающій чрезъ часть А на фиг. 8 а В—потокъ, протекающій чрезъ часть В. Обозначая потокъ главныхъ полюсовъ $\frac{\Phi}{2}$, а вспомогательныхъ $\frac{\phi}{2}$, найдемъ:

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

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



Фиг. 9.

клоняется на нѣкоторый уголъ α , при размыканиі же тока линія 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 изложения, 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

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

гдѣ L и M суть коефиціенты самоиндукції и взаимной индукції. Точное вычислениіе по этой формулы, предложенной Арнольдомъ, требуетъ знания коефиціентовъ L и M, выражавшихся очень сложнымъ образомъ *). Между тѣмъ во всей теоріи и расчетахъ коммутаціи величина эта, являющаяся критеріемъ машины съ точки зреіння искрообразованія, играетъ чрезвычайно важную роль, въ виду чего Гобартомъ **) 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 силовые линіи, а каждый сантиметръ проводника, находящейся въ полюсе 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 Maschine Dynamo à courant continu. Стр. 390—391.

$$L + \Sigma M = \frac{wI^2}{10^8} [li(\lambda_n + \Sigma \mu_n) + lt(\lambda_k + \Sigma \mu_k) + ls(\lambda_s + \Sigma \mu_s)];$$

$$\lambda_n + \Sigma \mu_n = 2,5 \left(\frac{2r}{3r_3} + \frac{r_5}{r_3} + \frac{2r_6}{r_1 + r_3} + \frac{r_4}{r_1} \right) \text{ и т. д.}$$

**) См. его книгу Electric Generators.

волоки обмотки якоря l , а свободную l_1 найдемъ, что каждый проводникъ, по которому протекаетъ токъ въ 1 амперъ, дастъ въ нейтральномъ поясѣ потокъ $8l+0,8l_1 = 8(l+l_1) = 8l'$. Если каждая секція имѣеть m_s проволокъ, то весь потокъ возбуждаемый во время коммутаціи будетъ $N_2 = 8l' \frac{i_a}{2a}$, где $2a$ 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 коммутаціи 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 пластинахъ коллекторъ поворачивается въ $\frac{x\delta}{k\delta} \cdot \frac{60}{n}$ сек. или время коммутаціи T равно

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

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

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

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 пластинахъ, покрываемыхъ щеткой, входило бы явно.

Полагая произвольно $x=2$, имѣемъ

$$E_r = \frac{2N_2}{T} m_s = \frac{16l'm_s i/2a}{120m_s / 2am} = 0,133 m_s l'i mn 10^{-8}.$$

Замѣняя $0,133$ черезъ $1/8$ имѣемъ

$$E_r = \frac{1}{8} m_s l'i min 10^{-8}.$$

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

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

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

Окончаніе слѣдуетъ.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Электролизъ перемѣннымъ токомъ. X. Даннеель. Электролизъ перемѣннымъ токомъ имѣеть доселъ почти исключительно только теоретическое значеніе и примѣняется въ техникѣ для получения лишь очень немногихъ солей. Такъ, напримѣръ, въ настоящее время приступаютъ къ технической разработкѣ способа Брошѣ получения платино-цианистаго барія, который, какъ извѣстно, находитъ большое примененіе при работахъ съ рентгеновскими лучами. Брошѣ получилъ эту соль посредствомъ электролиза перемѣннымъ токомъ раствора цанистаго барія между платиновыми электродами; 1,5 квт.-часа даются сто граммовъ $Pt Ba (CN)_4$ съ затратой приблизительно 45 граммовъ платины. Далѣе былъ выданъ патентъ (между прочимъ Лукову) на добываніе металлическихъ соединеній изъ металлическихъ электродовъ, напримѣръ, свинцовыхъ бѣлилъ изъ свинца, сульфита кадмія изъ кадмія, и т. д. Однако, некоторые изъ этихъ патентовъ не заслуживаютъ никакого вниманія, какъ это выяснилось изъ послѣднихъ изслѣдований относительно, напримѣръ, патента Репнера и Ричардса на получение сульфита кадмія изъ кадміевъхъ электродовъ. Напротивъ, громадное практическое значеніе имѣеть отношение аллюминія къ перемѣнному току. Аллюминій можетъ быть поляризованъ, какъ анодъ, до очень высокаго потенциала, причемъ тока совершенно нѣтъ; причина этого та, что на анодѣ образуется основное аллюминіевое соединеніе, непроводящее тока небольшого напряженія, которое пробивается лишь токами очень большого напряженія. Слѣдующая вслѣдъ за этимъ поляризацией электрода, какъ катода, восстановляется развивающимся водородомъ образовавшуюся окись аллюминія и, такимъ образомъ, опять появляется чистый металль. Слѣдствіемъ этого является то, что положительная фаза перемѣнного тока задерживается аллюминіевымъ электродомъ, отрицательная же пропускается. Вольтаметръ съ подобнымъ аллюминіевымъ электродомъ можетъ, слѣдовательно, служить въ прямите лемъ перемѣнного тока.

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

Вторая группа, о которой въ настоящей статьѣ будетъ рѣчь, трактуетъ обѣ отношеніи такихъ металловъ къ перемѣнному току, которые растворяются будучи анодами. Проще всего отношеніе 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 перемѣнного тока осаждаетъ какъ

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

Фритомъ: $e_r = 12,5 m_s 8 \frac{ei}{N^2 p}$

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.

*) Всѣ другія формулы предложенные Фишеръ Гиннемъ,

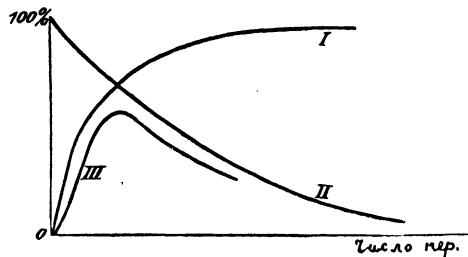
разъ такое же количество металла, какое растворяется анодной фазой. Слѣдствіемъ этого является то, что металлическія пластины сохраняютъ свой вѣтъ, и, значитъ, раствореніе равно нулю. Такъ же просто относятся металлы къ такимъ растворамъ, въ которыхъ они хотя и растворяются, когда металлъ является анодомъ, 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 благороднаго металла, какъ напримѣръ, изъ раствора азотнокислого серебра, также выдѣляется водородъ, лишь только переступаютъ извѣстную плотность тока. (Это происходитъ отъ того, что въ непосредственной близости электрода растворъ бѣднѣетъ серебромъ, что посредствомъ диффузіи не можетъ быть такъ скоро уравнено). Если вышеизложенное имѣть мѣсто въ интересующемъ насъ случаѣ, то при анодной фазѣ происходитъ раствореніе, при катодной же фазѣ осажденіе 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 большее 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 исключение изъ этого правила составляютъ тѣ металлы, которые могутъ приходить въ пассивное состояніе, т. е. состояніе, въ которомъ они оказываютъ растворенію большее сопротивленіе, чѣмъ въ нормальномъ, активномъ состояніи. Сюда принадлежатъ, напримѣръ, такие металлы, какъ желѣзо, хромъ, никель, кобальтъ, марганецъ и т. д.

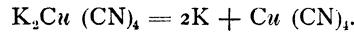
Желѣзо въ азотнокислыхъ растворахъ дѣлается само по себѣ, безъ тока, быстро и совершенно пассивнымъ, такимъ же какъ въ другихъ растворахъ посредствомъ анодной поляризациі. Однако, пассивность быстро пропадаетъ вслѣдствіе катодной поляризациі, такъ что при послѣдующей анодной поляризациі желѣзо въ первый моментъ является активнымъ и, слѣдовательно, растворяется, и лишь постепенно дѣлается снова пассивнымъ. Значить, катодная фаза перемѣнного 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 которого 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 большее 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. Cu) находитъ возможность произвести реакцію, посредствомъ которой онъ избѣгаетъ осаждающаго

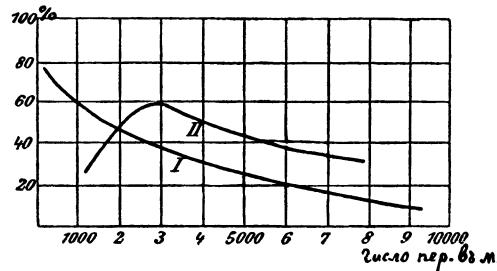


Фиг. 10.

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



Этимъ затрудняется, по формулѣ Нернста, осажденіе Cu , и изъ такого раствора выдѣляется на катодѣ только водородъ. Если поэтому мы производимъ электролизъ токомъ съ небольшимъ числомъ перемѣнъ, то анодная составляющая тока растворяетъ мѣдь, а катодная выдѣлить водородъ, такъ что въ результаѣ 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 растворимыя осадки. Такъ на свинцовыхъ электродахъ въ растворѣ сѣрной кислоты образуется трудно растворимый сѣрнокислый 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 перемѣнного 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 подобного электролиза будетъ нуль. Сообразно съ этимъ соотношеніе 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 повышениемъ числа перемѣнъ. Совершенно таково же было бы отношеніе желѣза въ ра-

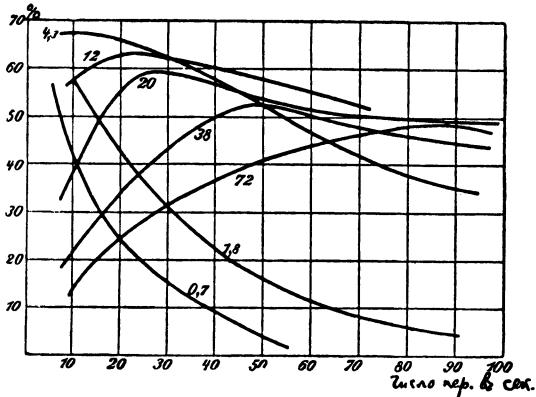


Фиг. 11.

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

произойти лишь тогда, когда условія опыта таковы, что дѣйствительно можетъ произойти полная пассивность. Это показываетъ фиг. 11. Кривая I получена при плотности тока въ 0,7 ампера на 1 кв. см. съ никелевыми электродами, при которой сть постояннымъ токомъ никель не дѣлается пассивнымъ въ растворѣ ціанистаго калія. Напротивъ, кривая II получена при плотности тока въ 20 амперъ на 1 кв. см., т. е. при такихъ условіяхъ, при которыхъ никель 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. Выше-сказанное показываетъ фиг. 12, въ которой абсциссой



Фиг. 12.

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

Безспорно, мы бы пошли значительно дальше въ знаніи этой отрасли электрохиміи, если бы рядомъ съ кривыми тока имѣли бы кривыя напряженія, кривыя потенціала обоихъ электродовъ и кривыя результатовъ опыта. Въ этомъ направлениі имѣется лишь одна работа Е. Вильсона обѣ электролизъ отъ перемѣнного тока. Эта трудъ содержитъ цѣлый рядъ отдѣльныхъ наблюдений, которыя 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, кроме кривыхъ тока и напряженія, еще кривую потенціала одного изъ электродовъ, измѣренную относительно третьаго электрода изъ того же металла, поставленного посерединѣ между обоими другими. Послѣ электролиза опредѣлялась потеря въ вѣсѣ электроловъ.

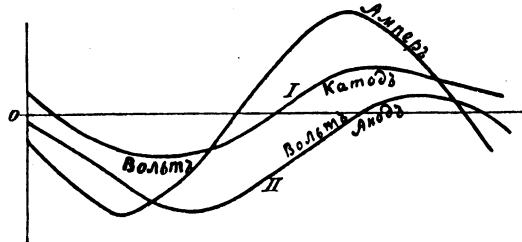
Свинецъ въ сѣрной кислотѣ даетъ сѣрнокислый свинецъ, какъ уже было сказано выше. При числѣ перемѣнъ въ 92,5 въ секунду растворяется меньше свинца, чѣмъ при 21,5 перемѣнахъ; электролизъ подчиняется, слѣдовательно, выше приведеннымъ разсужденіямъ и зависимость растворенія отъ числа перемѣнъ выражается 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 поляризациіи выдѣленнымъ водородомъ, который производить 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 поляризациіи. При переходѣ отъ анода къ катоду не имѣется поляризациіи, которая дѣйствовала бы уже спустя нѣкоторое время, такъ какъ въ анодной фазѣ образуется свинцовыи купоросъ.

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

Цинкъ въ цинковомъ купоросѣ окисляется, и электролы дѣлаются поэтому тяжелѣ. Сдвигъ фазъ тока и напряженія равенъ нулю, что и слѣдовало ожидать, такъ какъ при этомъ электролизъ не замѣчается значительной поляризациіи. Относительное вліяніе на электролизъ числа перемѣнъ тока не было сдѣлано никакихъ опытовъ; по выше-сказанному причинамъ можно было бы ожидать, что число перемѣнъ не играетъ видной роли.

Желѣзо. Опыты съ желѣзомъ являются наиболѣе интересными для электротехника, вслѣдствіе разрушенія подземныхъ водо-и газопроводовъ, такъ же какъ и желѣзнодорожныхъ рельсъ блуждающими тока. Въ растворѣ желѣзного купороса количество протекшаго электричества на фазу имѣетъ очень мало значенія при одинаковомъ числѣ перемѣнъ. Въ одинъ часъ и на 1 кв. см. поверхности электролы раствореніе желѣза составляло 0,00046 гр. независимо отъ процентнаго содержанія соли въ растворѣ. Если употреблялась вместо 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 поляризациію. Въ



Фиг. 13.

растворахъ хлористаго натрія не было наблюдано почти никакого растворенія. Какъ показываетъ кривая II фиг. 13 линія напряженія между однимъ электроломъ 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 сдѣление фазъ равно $\frac{1}{4}$ периода, потому что какъ катодъ желѣзная пластина была сильно поляризована водородомъ, и эта поляризациія должна быть раньше уничтожена токомъ обратного направлениія, прежде чѣмъ потенціалъ можетъ сдѣлаться противоположнымъ. Этотъ

противоположный потенциалъ не держится долго, и такъ какъ затѣмъ токъ течетъ по прежнему направлению, то наступаетъ вновь водородная поляризация; при переходѣ отъ анода къ катоду не происходитъ почти никакого смыкненія фазъ.

Мѣдь, олово и аллюминій показываютъ такое же отношеніе, какъ и желѣзо.

(E. T. Z.).

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

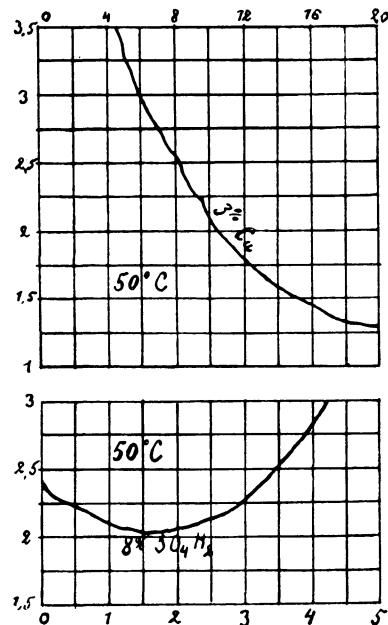
Серебра	0—0,75 %
Золота	0—0,11 "
Мышьяка	0—2 " (!)
Сурьмы, висмута, жемчуга, никеля, кремния, сѣры, селена, теллура	оч. мало.

Селенъ и теллуръ остаются вмѣстѣ съ золотомъ и серебромъ въ анодномъ шлямѣ и могутъ быть оттуда легко извлечены. Мышьякъ, сурьма и висмутъ переходятъ отчасти въ растворъ, отчасти въ шлямѣ, въ зависимости отъ характера своего нахожденія въ анодахъ. Наиболѣе непріятной примѣсью является мышьякъ, удаленіе котораго изъ растворовъ, при содержаніи его въ анодахъ свыше 1%, очень хлопотливо. Составъ анодныхъ шлямовъ, конечно, сильно менѣется 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) Катоды. Катодная, т. е. рафинированная мѣдь содержитъ въ себѣ обыкновенно не менѣе 99,93% Cu 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 мѣдь послѣдніе два элемента, повидимому, не вліяютъ, также какъ серебро, золото и висмутъ. Интересно, что примѣси кислорода даже повышаютъ электропроводимость мѣди. 4) Напряженіе. Требуемое для электролиза напряженіе обусловливается, какъ извѣстно, тремя факторами: омическимъ сопротивленіемъ электролита, такъ называемымъ переходнымъ сопротивленіемъ и, наконецъ, поляризацией. Зависимость омического 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 начальѣ уменьшаетъ сопротивленіе, далѣе же, начиная съ 1,5% CuSO₄, увеличиваетъ его, и притомъ въ очень сильной степени;

къ сожалѣнію, авторъ не останавливается на этомъ неожиданномъ и теоретически довольно трудно объяснимомъ явленіи. Переходное сопротивленіе, обусловливаемое, вѣроятно, появленіемъ мельчайшихъ зырковъ газовъ на поверхности электродовъ, возрастаетъ, какъ и омическое сопротивленіе, линейно вмѣстѣ съ увеличеніемъ плотности тока, и также падаетъ съ повышениемъ температуры. Процентуально оно, конечно, тѣмъ больше, чѣмъ ближе другъ отъ друга расположены электроды. Что касается электровозбудительной силы поляризации, то она является здѣсь слѣдствиемъ измѣненія концентраціи раствора у обоихъ электродовъ: а именно у анодовъ, гдѣ мѣдь идетъ въ растворъ, концентрація во время электролиза увеличивается, у катодовъ, гдѣ мѣдь

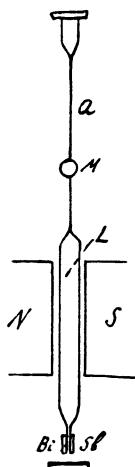


Фиг. 14.

осаждается, она, наоборотъ, уменьшается; вообще говоря, поляризациія здѣсь очень слаба и обыкновенно не превышаетъ 0,02 вольта. 5) Плотность тока представляетъ собой одинъ изъ главныхъ факторовъ, обуславливающихъ стоимость производства. Въ Америкѣ она колеблется отъ 90 до 330 амперъ на 1 квадр. метръ, большей же частью составляетъ 160—190 амперъ. Чѣмъ выше плотность тока, тѣмъ быстрѣе 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; кроме того, чѣмъ плотнѣй токъ, тѣмъ энергичнѣй должна быть циркуляція растворовъ, причемъ вѣбалтыивается анодный шлямъ, и серебро изъ него отчасти переходить въ растворъ. Наконецъ, при слишкомъ большой плотности тока осадокъ мѣди становится грубозернистымъ и катоды приходится чаще смыкать.

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 повышение температуры;

излучаемая при этомъ радиаторомъ теплота падаетъ на термоэлектрический спай (сурьма-висмутъ) радиометромъ Бойса и возбуждается здѣсь термотокъ. Конструкція аппарата изображена схематически на фігурѣ 15. Въ полѣ постояннаго магнита N—S подвѣшена на кварцевой нити (несущей зеркальце M) простая металлическая петля L, къ нижнему концу которой припаяна термоэлектрическая пара. Подъ этой парой находится радиаторъ R; къ прибору приложено несолько радиаторовъ различного сопротивленія, которые легко могутъ быть смѣнены одинъ другимъ. Кромѣ того, имѣется винтъ, при помощи котораго радиаторъ приближается или удаляется отъ термопары. Такимъ образомъ, менять радиаторъ и регулируя его разстояніе 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.

Весь мѣди провода на 1 километръ.	Наперечникъ мѣднаго провода.	Сопротивлен. на 1 километръ.	Емкость на 1 километръ.
-----------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------

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

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

				Длина линіи, при которой передача такъ же хороша, какъ на нормальн. линіи. Вычислено. Найдено.	
		Самоиндукція на 1 километръ.		Максимальная длина линіи, допускающая явственную передачу.	
Кило	Милиметры	Омъ	Микрофардъ	Генри.	Километровъ.
Подземный кабель.					
2,8	0,65	109	0,043	0,0006	0,98
5,6	0,91	53	0,034	—	1,61
11,3	1,29	26	0,035	—	2,37
19,8	1,71	16	0,039	—	2,94
28,2	2,09	11	0,036	—	3,94
42,3	2,50	7,3	0,040	—	4,75
56,4	2,89	5,4	0,043	—	5,63
Морской кабель.					
11,3	1,29	27	0,080	0,0006	1,53
45,2	2,58	8,0	0,075	0,00103	3,70
Воздушные линіи.					
28,2	2,09	11	0,00502	0,00242	13,6
42,3	2,50	7,4	0,00521	0,00234	18,8
56,4	2,89	5,6	0,00536	0,00227	23,7
84,7	3,54	3,7	0,09555	0,00220	33,8
112,9	4,09	2,8	0,00571	0,00214	42,0
169,3	5,01	1,85	0,00595	0,00206	59,2
225,8	5,78	1,40	0,00613	0,00200	73,7

Вычисленные величины были получены по формуле Плюпена и Кэмпбалля.

Кромѣ этихъ опытовъ были произведены еще другие, по совершенно иному, очень остроумному принципу: чрезъ линію передавались отдельные звуки, гласные или согласные; на обѣихъ станціяхъ—отправления 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 тождественные диаграммы; съ кабелемъ въ 20 разъ длинѣ нормального амплитуды приемной станціи оказывались сильно укороченными, но, помимо амплитуды, общий видъ диаграммы все же отчетливо сохранялся.

Наконецъ, были также произведены опыты передачи по способу Плюпена, съ включеніемъ индукционныхъ катушекъ (въ Англіи эти катушки употребляются безъ желѣзного сердечника). Подземный кабель изъ 56 проводовъ (2,69 мм.) включалъ въ себѣ

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

Электролизъ азотнокислого калия. Дюпаркъ. Производство азотистокислыхъ солей (нитритовъ) возстановленіемъ азотнокислыхъ играетъ довольно важную роль въ техникѣ, 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 безуспешно. Новые опыты Дюпарка отличаются отъ предыдущихъ тѣмъ, что электролизу подвергались

не водные растворы, какъ раньше, а расплавленная соль; полученные результаты, если еще и недостаточны для техническаго примѣненія, во всякомъ случаѣ превосходятъ достигнутые раньше. При электролизѣ расплавленнаго азотокислого калия наряду съ азотокислой солью получается ёдкій кали; больше всего нитрита и меньше всего кали образуется при употребленіи графитовыхъ электродовъ. Металлическіе же, въ порядкѣ: желѣзо, мѣдь, никель—даютъ все менше нитрита и больше ёдкаго кали. Опыты производились какъ съ постояннымъ, такъ и съ переменнымъ токомъ; съ послѣднимъ также получались нитритъ и ёдкій кали, но, какъ и слѣдовало ожидать, гораздо меньше, чѣмъ съ постояннымъ. При одной и той же плотности тока выходъ нитрита (также и кали) сильно увеличивается съ повышеніемъ температуры; такъ, съ токомъ плотности 2 амперъ на 1 кв. дцм., было получено:

при 34°	16,5%	KNO ₃	2,75%	KOH
" 48°	75,6%	"	7,20%	"

При одной и той же температурѣ выходъ возврашается съ увеличеніемъ плотности тока: такъ при температурѣ 44° было получено:

Плотность тока KNO ₃ , KOH	
1 амп. на кв. дцм.	39,7% / 1,08%
2,2 "	79,2 " 3,25 "
2,8 "	87,4 " 3,30 "

Наконецъ, выходъ въ началѣ электролиза значительно ниже, чѣмъ въ дальнѣйшемъ его теченіи. Анализъ выдѣляемыхъ у анода газовъ далъ:

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

Такимъ образомъ, почти весь выдѣляемый у анода кислородъ идетъ на сжиганіе углерода, такъ что аноды во всякомъ случаѣ должны быстро разрушаться.

Выдѣленіе окиси азота объясняетъ присутствіе въ продуктѣ электролиза свободного ёдкаго калия. Какъ видно изъ приведенныхъ чиселъ, автору удалось достичь очень высокаго полезнаго дѣйствія тока (87,4%). Къ сожалѣнію, онъ ни слова не говоритъ объ употребленной аппаратурѣ, а также о требующемся для электролиза напряженіи, такъ что о техническомъ значеніи его способа трудно составить себѣ даже приблизительное представление.

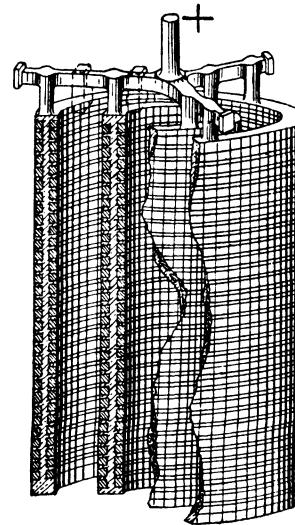
Непрерывный способъ приготовленія бертолетовой соли. А. Валлахъ. Электролитомъ служить 25% растворъ хлористаго калия, содержащій кроме того 2 грм. двухромокислого калия на 1 литръ; отъ времени до времени прибавляется немного соляной кислоты. Плотность тока была 0,15 амперъ на 1 кв. см., температура подогрѣтаго до 40° раствора сама собой подымалась во время электролиза до 70°, напряженіе было 5,6 вольта. Выдѣлявшіеся кристаллы бертолетовой соли вынимались отъ времени до времени изъ сосуда, не останавливая процесса электролиза. Исчезавшій хлористый калий дополнялся непрерывно въ видѣ крѣпкаго раствора, притекавшаго изъ Маріоттовой склянки; растворъ этотъ былъ подкисленъ 8 куб. см. крѣпкой соляной кислоты на 1 литръ. Непрерывная работа въ теченіи 90 часовъ дала полезное дѣйствіе тока 92%. Слѣдуетъ еще замѣтить, что во все время электролиза растворъ долженъ энергично перемѣшиватьсь, такъ какъ иначе выдѣляющіеся кристаллы крѣпко пристаютъ къ электродамъ и нарушаютъ правильность электролиза, а кроме того заключаютъ въ себѣ неокисленную хлористую соль. Непосредственно изъ электролизатора вынуты и разъ про-

мытые водой кристаллы заключаютъ въ себѣ 99,5% KClO₃ и 0,5% воды, но совершенно свободны отъ хлористаго калия. (Zt. f. Elektrochimie).

ОБЗОРЪ.

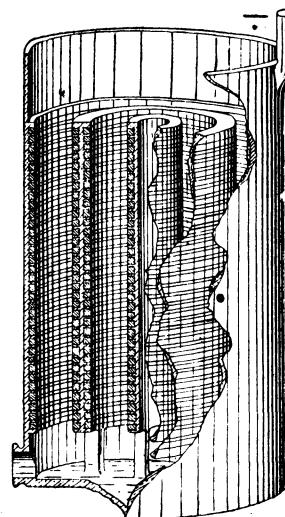
Аккумуляторъ «Mouterde». Электроды этого аккумулятора состоятъ изъ концентрическихъ цилиндроў, снабженныхъ желобами съ внутренней и наружной стороны. Желобки имѣютъ трапециадальное сѣченіе, препятствующее выпаденію заключенной въ нихъ дѣйствующей массы.

Два цилиндра, составляющіе положительный электродъ, скрѣплены между собой звѣздообразной перечиной (фиг. 16). Три другіе цилиндра, образую-



Фиг. 16.

щие отрицательный электродъ, поддерживаются снизу свинцовыми дисками. Внѣшній цилиндръ, снабжен-

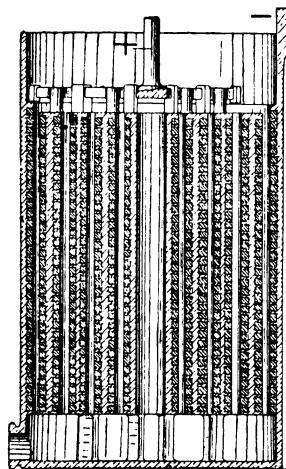


Фиг. 17.

ный въ своей верхней части ребордой, служить одновременно и резервуаромъ для жидкости (фиг. 17).

Фиг. 18 изображаетъ собой собранный аккумуляторъ въ разрѣзѣ.

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



Фиг. 18.

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

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

Электрическая печь для обработки желѣза. Л. Конь. Авторъ описываетъ печь для электрическаго нагреванія желѣза для его обработки и закалки, изготовленную фирмой «Gebrüder Körting», Berlin. Плавильное пространство этой печи даетъ вполнѣ равномѣрную температуру и предохраняетъ нагреваемый металлъ отъ вреднаго дѣйствія воздуха или газовъ. Во избѣжаніе нежелательныхъ электролитическихъ явленій печь питается перемѣннымъ токомъ. Соли металловъ, представляющія изъ себя проводники второго класса, въ холодномъ состояніи не пропускаютъ тока, будучи же расплавлены обладаютъ значительной электропроводимостью. Электроды печи слѣдованы изъ мягкаго желѣза; вспомогательный электродъ даетъ цѣль 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. Регулировочный трансформаторъ, въ первичную обмотку котораго можетъ быть включено по желанію любое число катушекъ, даетъ возможность получить любую силу тока. При этомъ достигается вполнѣ равномѣр-

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

Достаточно разъ навсегда градуировать печь при помощи пиromетра, 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. Напряженіе перемѣнного тока въ первичной обмоткѣ при 50 периодахъ составляетъ въ среднемъ около 190 влт. Для приведенія печи въ дѣйствіе въ теченіи получаса необходимо было около 50 вольтъ вторичнаго напряженія. Для t° отъ 750° до 1300° вторичное напряженіе 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. Элліотъ сравниваетъ между собою пламенную дуговую лампу постояннаго тока и лампу съ закрытой дугой, тоже постояннаго тока. Результаты его изслѣдований могутъ быть резюмированы въ слѣдующей табличкѣ:

	Лампа съ пламенной дугой.	Лампа съ закрытой дугой.
Амперъ	8	5,1
Вольтъ	45	91
Средня 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 опалового стекла, распределеніе свѣта сравнялось съ такимъ же закрытой дуги.

Луи Б. Марксъ въ своемъ докладѣ 29 съѣзду 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 помѣщений и площадей, если ихъ подвѣсить 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 стоящіе угли.

6) Дымъ и пепель, даваемый лампой, и непостоянство свѣта дѣлаютъ ее непригодной въ большинствѣ случаевъ для внутреннаго освѣщенія.

Система управлениія поѣздовъ электрической желѣзной дороги. Гардингъ и Кларкъ. Новая система управления поѣздовъ съ многими единицами имѣеть то преимущество, что въ ней требуется только одинъ главный проводъ, проходящій черезъ весь поѣздъ. Этотъ единственный проводъ позволяетъ механику пускать двигатели въ ходъ, останавливать ихъ, перемѣнить направлениѣ движенія и регулировать скорость движенія. Кажд-

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 направленияхъ въ обоихъ 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 линией, 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 электромагнитного прибора; когда рукоятка находится на нулѣ, то магнетизмъ прибора нуль, при какомъ-либо другомъ положеніи рукоятки токъ, проходящій въ одной изъ обмотокъ, сильнѣе, чѣмъ въ другой; якорь электромагнитного прибора перемѣщается въ томъ или другомъ направлениіи и увлекается съ собой рукоятку контроллера двигателя. Чѣмъ больше разница между токами въ обоихъ половинахъ обмотки, тѣмъ больше поворотъ рычага контроллера. Такимъ образомъ, можно устанавливать всѣ контроллеры въ однихъ и тѣхъ же положеніяхъ, соотвѣтствующихъ различнымъ скоростямъ и направлениемъ движенія.

(L'Eclairage Electrique).

БИБЛІОГРАФІЯ.

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

Мощность воды. Приватъ-доцента Готтфрида Цэpfля. Отдѣльный оттискъ изъ приложения къ «Всеобщей Газетѣ». Берлинъ. Изд Франца Зиммерта. 48 стр. въ 8⁰. 1906.

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

Уже изъ того факта, что предлагаемая брошюра представляетъ собою отдѣльный оттискъ статьи изъ распространенной нѣмецкой газеты, можно судить о популярности и доступности изложенія. И дѣйствительно, въ началѣ авторъ подробно разсказываетъ о замѣнѣ вѣка пара, вѣка паровыхъ машинъ,—вѣкомъ водяныхъ двигателей, вѣкомъ турбинъ. „Вѣдь очень, можетъ быть, говорить онъ, что вѣкъ угля и пара въ общемъ историческомъ развитии человѣчества игралъ роль лишь краткой варварской антической эпохи, преддверія къ лучшему будущему—господству энергіи воды, и тогда будутъ говорить уже не объ урожайномъ или голодномъ годѣ, а о много-или маловодномъ годѣ“. Исходя изъ аналогичныхъ, нѣсколько гипотетическихъ предположений, авторъ ставить себѣ тѣмъ не менѣе интересную задачу разсмотрѣть измѣненіе соціальныхъ условій подъ вліяніемъ нового фактора—энергіи воды. Во вто-

рой главѣ своей брошюры онъ строить даже наивные иллюзіи, что, благодаря развитію и распространению дешевой энергіи при широкомъ участіи государства, сладится нѣсколько существующій антагонизмъ интересовъ труда и капитала.

Главнымъ фактическимъ материаломъ, на который опирается Цэpfль, служать для него установки Ніагарскаго водопада. Наши читатели знакомы изъ помѣщенной въ журналь нашемъ статьи инж. Левицкаго съ главнейшими предпріятіями, использующими водопадъ, на которыхъ авторъ останавливается довольно подробно. Точно также въ „Электричествѣ“ былъ своевременно изложенъ проектъ эксплоатации озера Титика въ Перу, почему мы и не распространяемся объ этомъ болѣе подробно.

Въ дальнѣйшихъ главахъ авторъ рассматриваетъ германскія и спешально баварскія природныя уловія, благопріятствующія эксплоатациіи напора воды. Въ особенности удобными въ этомъ отношеніи представляются баварскія Альпы и теченіе рѣки Изара, которое по вычисленіямъ можетъ дать до 10000 лошадиныхъ силъ. Подробной, впрочемъ, очень сочувственной критикѣ соотвѣтствующаго проекта, выработанаго нѣкимъ Ф. Донатомъ, посвящена вся оставшаяся часть книги. Перспективы, рисуемыя въ этомъ направленіи г. Цэpfлемъ, 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, привѣтствуется производство новыхъ материаловъ: 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 мечтаний, быть можетъ и очень умѣстныхъ въ сочиненіяхъ вродѣ „Будущаго вѣка“, „Черезъ 200 лѣтъ“ и т. под.

Совершенно голословная утвержденія, не подкрепленія и не могущія быть подкрепленными 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 Allgemeiner Zeitung“, и издавая ее отдѣльной брошюрою не стоило.

I. T.

НОВЫЯ ИЗДАНІЯ.

И. Я. Перељманъ, инж.-мех. Электрическая энергія и мелкое производство. Докладъ, читанный въ Обществѣ взаимопомощи русскихъ техниковъ. Москва. Издание Общества взаимопомощи русскихъ техниковъ. 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.