

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

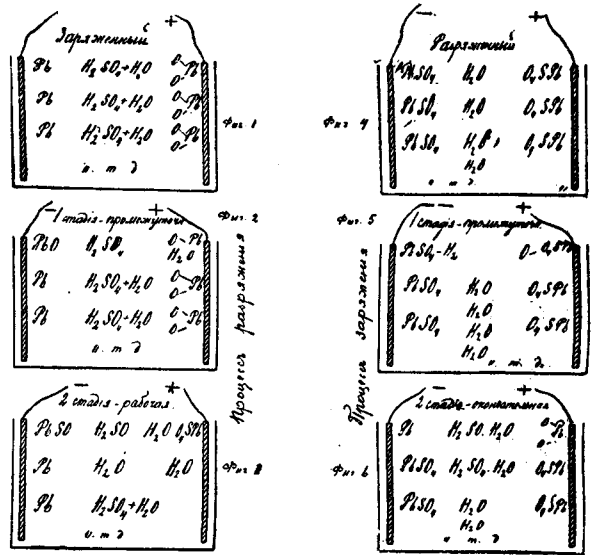
ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Химическое изслѣдованіе активной массы электрическихъ аккумуляторовъ свинцоваго типа.

Ф. А. Еремина.

Активная масса свинцовыхъ электрическихъ аккумуляторовъ, какъ извѣстно, состоитъ изъ перекиси свинца  $PbO_2$  на (+) пластинкѣ и металлически возстановленнаго свинца  $Pb$  на (-) между пластинками промежуточную среду заполняетъ электролитъ, состоящій изъ слабой сѣрной кислоты. Во время дѣйствія (разряженія) аккумуляторъ, разлагая воду на  $H$  и  $O$ , поглощаетъ  $H_2SO_4$  изъ электролита, образуя сѣрно-кислоту  $PbSO_4$  одновременно на обоихъ электродахъ + и - и есть главная, рабочая реакція, дающая аккумулятору ту живую силу, которую онъ развиваетъ во время разряда возвращая зарядъ. Считая образование  $PbSO_4$  за главную полезную реакцію, мы въ тоже время должны признать продуктъ этой реакціи, т. е.  $PbSO_4$ , вслѣдствіе дурной его проводимости, крайне вреднымъ, мѣшающимъ полезному дѣйствію аккумулятора. Выразимъ для болѣе яснаго представленія графически процессъ заряда и разряда въ химическихъ реакціяхъ. Аккумуляторъ заряженный имѣетъ: на отрицательной пластинкѣ  $Pb$ , и на положительной  $PbO_2$ . Въ аккумуляторѣ заряженномъ, фиг. 1, пока внѣшняя цѣпь разомкнута, никакого измѣненія въ дѣйствующихъ веществахъ не происходитъ; но лишь только цѣпь замыкается, какъ въ тотъ же моментъ начинаются слѣдующія химическія превращенія между дѣйствующими веществами: подѣ дѣйствіемъ тока, появляющагося въ моментъ замыканія

цѣпи  $H_2O$  разлагается на  $H_2$  и  $O$ , причемъ  $O$  отходитъ къ отрицательной пластинкѣ (положительная внутри элемента), гдѣ и присоединяется къ  $Pb$  образуя  $PbO$  фиг. 2 (1-я стадія), а  $H_2$  отходитъ къ положительной (отрицательная внутри элемента), гдѣ отнимается у  $PbO_2$  одинъ атомъ  $O$ , образуя  $H_2O$  и оставляя на пластинкѣ  $PbO$ , (фиг. 2); вслѣдъ за первой стадіей наступаетъ 2-я (рабочая), въ которую сѣрная кислота поглощаетъ образовавшіяся окислы свинца  $PbO$  на (+) и (-) пластинкахъ, образуя  $PbSO_4$  фиг. 3, причемъ  $H_2SO_4$ , какъ показано графически, выдѣлилась изъ раствора, ушла въ пластинки уменьшивъ въ немъ соответственно % содержания  $H_2SO_4$  (плотность кислоты во время разряженія падаетъ).



Фиг. 1 и 6.

<sup>1</sup>) Желающихъ ознакомиться съ реакціями образованія  $PbSO_4$  при разрядѣ и возстановленіи при зарядѣ, т. е. сульфатаціи обоихъ электродовъ и вообще съ исторіей этого дѣла отношу къ работамъ:

Гладстона и Тройба Nature 1882—1883 г.; г-на Чельцова Ж. Р. Х. О. 1885 г. стр. 266; Лейтенанта Лодзинскаго Ж. Р. Х. О. 1887 г. 7 вып. 542 стр.; Франкланда Proceedings Roy. Soc.—1883 г. 35; 67—70; Аронъ Eelktr. Zeitschi. 1883 г. 4. 100, 108; 50—60; Sitz. Ber. der phys. Ges.—1883 г. 31. La Lumiere électrique 1884.—4—144. Франкланда. Дарье. L'Electricien 1895 г. № 229.

При зарядженіи, въ тотъ же моментъ, какъ только токъ двинется черезъ аккумуляторъ,  $H_2O$  разлагается на  $H_2$  и  $O$ , причемъ  $H_2$  отходитъ къ отрицательной, а  $O$  къ положительной пластинкѣ фиг. 4 (1-я стадія зарядженія). вслѣдъ за которой наступаетъ 2-я стадія (фиг. 5), въ которую уже чисто въ силу химическаго средства,  $H_2$  вытѣсняетъ  $Pb$  изъ  $PbSO_4$ , образуя  $H_2SO_4$ , причемъ  $Pb$  остается на пластинкѣ, (-) а  $H_2SO_4$  отходитъ въ растворъ

(электролитъ); О въ то же время окисляетъ  $PbSO_4$ , выдѣляя въ растворъ  $H_2SO_4$ , а образующаяся  $PbO_2$  остается на пластинкѣ (+) фиг. 5. Этими двумя стадіями и заканчивается процессъ заряженія, повторяясь въ одномъ и томъ же порядкѣ до конца. Представленные мною графически въ химическихъ формулахъ процессы заряженія и разряженія наглядно объясняютъ тотъ фактъ, что сѣрная кислота по мѣрѣ заряженія аккумулятора, прибываетъ въ растворъ (электролитъ), повышая его плотность и, наоборотъ, при разряженіи убываетъ, уменьшая плотность электролита. Такимъ образомъ аккумуляторъ послѣ разряда и послѣдующаго за тѣмъ заряда возвращается къ первоначальному своему состоянію и, какъ формулы показываютъ, ничто при этомъ не теряется, всѣ дѣйствующія вещества остаются въ постоянныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ. Если бы въ аккумуляторѣ за все время его службы реакція совершалась въ направленныхъ и количествахъ точно указанныхъ въ вышеприведенныхъ уравненіяхъ, то, конечно, это былъ бы самый совершенный приборъ, дѣйствующій безукоризненно отъ перваго до послѣдняго дня своего существованія.

Практика же показываетъ намъ, что очень часто аккумуляторы, съ увеличеніемъ времени службы постепенно увеличивая внутреннее сопротивление, утрачиваютъ свою емкость въ большей или меньшей степени, что зависитъ какъ отъ конструкціи аккумулятора, способа его выдѣлки, формованія, болѣе или менѣе тщательнаго ухода, такъ и, главнымъ образомъ, отъ переразряженія и его продолжительнаго бездѣйствія <sup>1)</sup>. Очевидно въ аккумуляторѣ совершаются какія-то аномальныя явленія, ведущія его иногда съ замѣчательнымъ упорствомъ и постоянствомъ къ истощенію. Мнѣ было интересно выяснитъ эти аномальныя явленія и узнать ихъ причины, — съ этою цѣлью и были предприняты мои дальнѣйшія изслѣдованія и изысканія. Я надѣялся, въ случаѣ удачнаго объясненія этихъ явленій, устранить ихъ насколько это возможно, чтобы, воспользовавшись этимъ, построить электрической аккумуляторъ наиболѣе совершенный и пригодный для практической дѣятельности.

Для изслѣдованія я пользовался аккумуляторами системы «Миннаго офицерскаго класса» <sup>2)</sup>: высота рамки 16 см., ширина 12 см., толщина 0,5 см., величина ячеекъ  $1 \times 1$  см., разстояніе между электродами 0,8 — 1 см., На отрицательныя пластинки намазывался  $PbO$ , на положительныя  $Pb_2O_3$ , замѣшанные на  $19^\circ H_2SO_4$ , какъ тѣ, такъ и другія пластинки выдерживались подъ прессомъ. Въ собранномъ аккумуляторѣ пластинки были разѣединены стеклянными круглыми палочками и поставлены въ банкѣ на такія же палочки, такъ что свободного пространства для отваливанія массы оставалось около 1 см. При формиро-

ваніи токъ сначала пускался малой силы 0,5 амп. и потомъ постепенно увеличивался до 3—4 амп. Эти аккумуляторы, имѣвшіе 3+ и 4— всего 7 пластинъ, каждая по  $16 \times 12$  кв. см., вполне сформированные обладали емкостью 35—38 амп.; при дальнѣйшей работѣ и изслѣдованіи заряжались 3—4 амп., а разряжались 4—5 амп.; разряженіе велось до 1,8 вольта. Аккумуляторы работали ежедневно какъ для освѣщенія, такъ и для электро-химическихъ работъ; заряжались или сейчас же по разряженіи, (въ большинствѣ случаевъ), или не позже какъ часа черезъ 3—6 <sup>1)</sup>.

Вначалѣ, впродолженіе 2-хъ, 3-хъ мѣсяцевъ дѣлалъ, я не находилъ въ пластинкахъ никакихъ измѣненій, но уже спустя этотъ срокъ стали замѣчаться такія явленія: на + пластинкѣ, представлявшей вначалѣ темно-шоколаднаго цвѣта поверхность, начали появляться трещины, очень ясно замѣтныя на поверхности пластины, какъ черные штрихи въ большинствѣ случаевъ въ мѣстахъ соприкосновенія активной массы съ рѣшеткой. Появленіе этихъ трещинъ, всегда какъ бы случайное, на одной пластинкѣ больше, на другой меньше и даже на одной и той же пластинкѣ они появляются разное, то на одной, то на другой сторонѣ, то въ однихъ мѣстахъ (соотвѣтственныя), то въ разныхъ (несоотвѣтственныя). Причина появленія этихъ трещинъ совершенно понятна: это есть результатъ расшатывающаго дѣйствія тока заряженія и разряженія <sup>2)</sup>, вслѣдствіе чего сторона ячеекъ рѣшетки, не успѣвая слѣдовать за расширеніемъ активной массы и обратно, отстаеетъ отъ массы, да и сама масса даетъ трещины, очевидно сжимаясь и расширяясь неравномерно. Наблюдая дальше, я сталъ замѣчать появленіе около трещины бѣлаго налета; этотъ налетъ постепенно, по мѣрѣ увеличенія службы аккумулятора, все больше и больше разрастался по поверхности, въ видѣ плесени, причѣмъ въ однихъ мѣстахъ налетъ этотъ принималъ чисто бѣлый цвѣтъ, въ другихъ сѣрый или сѣроватый. Отношеніе такого бѣлаго налета къ заряжающему току было различно и тоже случайно: въ одно заряженіе налетъ этотъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (иногда во всѣхъ) совершенно исчезалъ масса принимала шоколадный цвѣтъ на + и аспидный на —; въ другихъ же, на оборотъ налетъ держался очень упорно и только лишь при очень продолжительномъ и слабомъ дѣйствіи тока уничтожался и масса переходила въ нормальной цвѣтъ; въ нѣкоторыхъ же мѣстахъ налетъ совсѣмъ не поддавался окисляющему на + и восстанавливающему на — дѣйствію тока и уничтожить его не удавалось. Очевидно масса въ такихъ мѣстахъ настолько расшаталась токомъ

<sup>1)</sup> Изъ такихъ аккумуляторовъ были устроены двѣ батареи, каждая по 16 элементовъ, которыя работали то параллельно, то послѣдовательно.

<sup>2)</sup>  $Pb$  и  $PbO_2$  превращаются при разряженіи въ  $PbSO_4$ , увеличиваются въ объемѣ приблизительно на 27%, и обратно при заряженіи  $PbSO_4$  переходя въ  $Pb$  и  $PbO_2$  уменьшаются въ объемѣ на 27%.

<sup>1)</sup> Тверетиновъ. Электрической аккумуляторъ стран. 24

<sup>2)</sup> Тверетиновъ. Электрической аккумуляторъ стран. 27.

что утратила электрическую связь (контактъ) съ рѣшеткой (проводникомъ). Дальнѣйшія наблюденія мнѣ показали, что съ теченіемъ времени образованіе такихъ разъединенныхъ мѣстъ увеличивалось, бѣлый налетъ, разрастаясь, овладѣвалъ все болѣе и болѣе активной массой. Налетъ этотъ въ началѣ плотно прилегалъ къ массѣ, потомъ при болѣе продолжительномъ служеніи аккумуляторовъ сталъ отставать отъ пластинъ, принимая видъ отдулинъ или пузырей и съ теченіемъ времени отпадалъ въ видѣ тонкихъ корокъ на дно сосуда, обнажая иногда чистую поверхность нормальнаго цвѣта, а иногда уже покрытую бѣлью. Аккумуляторъ съ пластинками въ этой стадіи сталъ замѣтно терять свою нормальную емкость и чѣмъ дальше служилъ, тѣмъ все болѣе и болѣе терялъ ее и, наконецъ, становился негоднымъ къ употребленію. Изслѣдованіе показывало все ту же указанную выше причину: вслѣдствіе расшатыванія токомъ активной массы, терялась электрическая связь съ проводникомъ. Токъ во время заряда обходилъ такую массу, какъ не проводникъ и стало быть не имѣлъ возможности перевести  $PbSO_4$  въ  $PbO_2$  на + и въ  $Pb$  на —, почему постепенно шло вредное накопленіе  $PbSO_4$ , приведшее въ концѣ концовъ аккумуляторъ въ негодность. Описанныя выше явленія замѣчаются въ аккумуляторахъ одной и той же системы въ большей или меньшей степени; свойство это выступаетъ еще рѣзче при изслѣдованіи аккумуляторовъ разныхъ системъ; въ одномъ аккумуляторѣ это явленіе слѣдуетъ такъ быстро, что онъ скоро приходитъ въ негодность, а въ другомъ такъ медленно и въ такомъ незначительномъ количествѣ идетъ образованіе вреднаго  $PbSO_4$ , что только черезъ очень продолжительное время въ аккумуляторѣ становится замѣтнымъ уменьшеніе его нормальной емкости. Само собой разумѣется, что я не ограничился однимъ внѣшнимъ наблюденіемъ активной массы аккумуляторовъ, а старался изучить эту массу съ химической стороны, проверяя свои наблюденія при помощи химическихъ анализовъ, придавая тѣмъ самымъ своимъ изслѣдованіемъ наибольшую достовѣрность. Для химическаго изслѣдованія активной массы мною былъ устроенъ особый аккумуляторъ того же типа, масса котораго была подвергнута изслѣдованію съ момента ея приготовленія; опыты продолжались далѣе при самой разнообразной работѣ аккумулятора. Для положительной массы употреблялся сурикъ 98,2% замѣшанный въ видѣ тѣста на сѣрной кислотѣ 25% Бомэ, приготовленной изъ чистаго купороснаго масла на дистиллированной водѣ; для отрицательной былъ взятъ глетъ, тоже замѣшанный какъ тѣсто на такой же сѣрной кислотѣ. Та и другая масса наносилась на свинцовыя рѣшетки и выдерживалась подъ прессомъ. Анализъ вышеописанной массы показалъ въ ней содержаніе  $PbSO_4$ .

Таблица I.

Количество въ граммахъ и СС.				Время, по прошествіи котораго масса анализировалась.	% образовавшагося за это время сѣрно-кислаго свинца.	Знакъ массы для каждого отдѣльнаго случая.
Сурика.	Глета.	Сѣрной кислоты.				
		$\Delta^\circ$ по Б.	СС.			
$Pb_2O_3$	$PbO$		$H_2SO_4$		$PbSO_4$	
250	240	33°	42	Черезъ 6 часовъ . . . . .	8,2 4,5	А для $Pb_2O_3$ В для $PbO$
250	240	25	42	» 7 сутокъ . . . . .	9,19 4,85	А' для $Pb_2O_3$ В' для $PbO$
250	240	16	42	» 11 » . . . . .	9,8 5,2	А'' для $Pb_2O_3$ В'' для $PbO$
250	240	25	42	Тотчасъ же по приготовленіи . . . . .	4,3	А''' для $Pb_2O_3$ В''' для $PbO$

Цифры этой таблицы показываютъ, что образованіе количествъ  $PbSO_4$  не зависитъ или почти не зависитъ отъ времени дѣйствія  $H_2SO_4$  на сурикъ и глетъ, равно какъ и отъ крѣпости ея; по крайней мѣрѣ въ вышеуказанныхъ предѣлахъ времени и плотности  $H_2SO_4$  свойства эти находятъ себѣ достаточно основательное объясненіе въ химической природѣ дѣйствующихъ веществъ, выражающіяся въ образованіи нерастворимаго продукта реакціи  $PbSO_4$  защищающаго

остальную массу отъ дальнѣйшаго на нее дѣйствія  $H_2SO_4$  <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Спустя нѣкоторое время послѣ того, какъ мои изслѣдованія эти были закончены появились, изслѣдованія Дарье 1895 г. L'Electricien совершенно въ томъ же направленіи; результаты, къ которымъ мы пришли, совершенно тождественны, хотя въ абсолютныхъ цифрахъ вышла большая разница. Количество образованія  $PbSO_4$  по опытамъ Дарье въ среднемъ равно 3%, причемъ оно одинаково какъ для сурика, такъ и для глета, по моимъ же изслѣдованіямъ количество образованія  $PbSO_4$  при дѣйствіи  $H_2SO_4$  на глетъ равно 4,3%, а на сурикъ 8,5%.

Образцовый аккумуляторъ, изъ котораго бралась масса въ разные моменты его дѣятельности для химическаго изслѣдованія, былъ пригволенъ только изъ 3 пластины 2 + и 1 —, собранныхъ въ стеклянномъ сосудѣ; для наполненія употреблялась сѣрная кислота 19% Бомэ. Собранный такимъ образомъ аккумуляторъ соединялся съ батареей (2 аккумулятора) для формироваанія, по окончаніи котораго (1-е заряженіе) аккумуляторъ показалъ 2,2 вольт., масса на + пластинкѣ приняла темно-шоколадный цвѣтъ, а на — свѣтло-сѣрый; при концѣ формироваанія было обычное въ этихъ случаяхъ выдѣленіе газовъ. Изъ сформированнаго аккумулятора (1-е заряженіе) тотчасъ же бралась активная масса изъ разныхъ мѣстъ рѣшетокъ для изслѣдованія, въ такомъ порядкѣ, какъ показываетъ таблица № 2.

Таблица II.

Заряженіе по порядку.	На заряженныхъ пластинкахъ.		Заряженіе по порядку.	На разряженныхъ пластинкахъ.	
	Количество найденнаго PbSO <sub>4</sub> въ %.			Количество найденнаго PbSO <sub>4</sub> въ %.	
	+	—		+	—
<b>1 - й о п ы т ь.</b>					
1	0,5	2,1	1	14	10
2	0,45	1,5	2	15	12
3	0,4	1,2	3	17,5	16,5
4	0,3	0,8	4	34	33
<b>2 - й о п ы т ь.</b>					
1	0,65	2	1	14,8	11
2	0,45	1,3	2	15,2	12,8
3	0,35	1,05	3	18,8	17,5
4	0,32	0,6	4	35,5	34,3
<b>3 - й о п ы т ь.</b>					
1	0,42	1,8	1	14,3	10,2
2	0,41	1,3	2	15,5	12,1
3	0,37	0,9	3	18,1	16,8
4	0,27	1,7	4	35,7	34,5

## Переразряженный аккумуляторъ.

—	—	—	1	37,7	37,5
—	—	—	2	40,8	39,8

*Замѣтка.* Послѣ перваго заряженія аккумулятора далъ 8 Ag., съ каждымъ послѣдующимъ заряженіемъ емкость его прибывала и послѣ 4-го заряженія окончательно установилась на 12 Ag. Точный счетъ Ag. вести было невозможно, такъ какъ масса постепенно убывала (вынималась изъ ячеекъ рѣшетки для анализироваанія).

По окончаніи формироваанія аккумуляторъ нѣсколько разъ разряжался до 1,8 и заряжался до 2,2, пока не былъ доведенъ до настоящей емкости 12 амп.-ч., которую онъ поддерживалъ въ продолженіи 2—3 мѣсяцевъ, показывая содержаніи PbSO<sub>4</sub> на заряженныхъ пластинкахъ + 0,4% (среднее) на — 1,4 (среднее), и на разряженныхъ до 34—35 на + и 33—34 на —. На этомъ аккумуляторъ остановился, давая приблизительно однѣ и тѣ же цифры % PbSO<sub>4</sub> при зарядѣ и разрядѣ, что соответствовало емкости 12 амп.-ч. При послѣдующей затѣмъ работѣ приблизительно черезъ 2—3 мѣсяца<sup>1)</sup> на заряженныхъ пластинкахъ % PbSO<sub>4</sub> начинаетъ прибывать и, постепенно увеличиваясь, съ теченіемъ времени доходить до 10% на — заряженной и до 3% на заряженной +. При разряженіи въ это время аккумуляторъ даетъ уже меньшую емкость, давая приблизительно 9—10 амп.-ч., образуя въ то же время 33% PbSO<sub>4</sub> на — и 33—34 на + разряженныхъ. Таблица № 3-й.

Таблица III.

Заряженіе по порядку.	На заряженныхъ пластинкахъ.		Заряженіе по порядку.	На заряженныхъ пластинкахъ.	
	Количество найденнаго PbSO <sub>4</sub> въ %.			Количество найденнаго PbSO <sub>4</sub> въ %.	
	+	—		+	—
1	2,8	9,3	1	33	32,2
2	2,5	10	2	34,5	33,8
3	3	10,2	3	33,5	31,8
4	3,2	10,1	4	36,5	34,8
5	3,1	11,5	5	34,8	33,2

*Замѣтка.* Изслѣдованія производились надъ аккумуляторомъ черезъ 2—3 мѣсяца его работы, когда емкость пала приблизительно съ 12-ти на 9—10 амперъ-часовъ.

Меня въ данномъ случаѣ интересовали исключительно аномальныя явленія, совершающіяся въ аккумуляторахъ и вызывающія аномальную, вредную сульфотацию электродовъ, производящую порчу аккумуляторовъ. Въ этомъ направленіи велись мои дальнѣйшія изслѣдованія, продолжая которыя, я сталъ замѣчать, что въ то время, какъ на свободной поверхности пластинокъ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ появляются бѣлые налеты, все увеличивающіеся съ теченіемъ времени и отпадающіе въ видѣ тонкихъ коронокъ, на тѣхъ же пластинкахъ есть и такія мѣста на которыхъ образованія PbSO<sub>4</sub> не замѣчается, это очевидно будутъ мѣста, на которыхъ причина, вызывающая такое явленіе, безсильна проявить свое дѣйствіе, такія мѣста будутъ: 1) по линіи соприкосновенія разъединительныхъ стеклянныхъ палочекъ съ пластинками; мѣста эти рѣзко от-

<sup>1)</sup> За этотъ промежутокъ времени аккумуляторъ иногда оставался разряженнымъ отъ 12—24 часовъ.

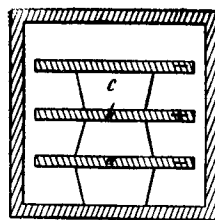
личаются отъ всей остальной свободной поверхности и чѣмъ больше эта поверхность покрыта  $PbSO_4$ , тѣмъ рѣзче выдѣляются такія мѣста въ видѣ узкихъ, темныхъ на + и свѣтло-сѣрыхъ на — полосъ; 2) по свободной поверхности пластинъ попадаются какъ бы оазисы такихъ рѣзко выдѣляющихся мѣстъ темно-коричневаго цвѣта на + и свѣтло-сѣраго на —. Химическое изслѣдованіе активной массы, взятой изъ разныхъ мѣстъ пластинокъ, показало не одинаковое содержаніе  $PbSO_4$ , какъ показано въ таблицѣ № 4-й.

Таблица IV.

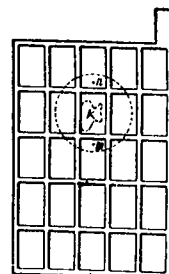
№ опыта по порядку.	ПОЯСНЕНІЕ.	Количество $PbSO_4$ найденнаго на аккумуляторныхъ пластинкахъ.	
		+	-
	Изслѣдованіе производилось надъ аккумуляторомъ послѣ 3—4-хъ мѣсяцевъ дѣйствія, когда емкость его пала приблизительно на 15% — 18%.		
1)	Аккумуляторъ заряженъ, пластинка положительная. Масса для анализа бралась изъ разныхъ мѣстъ пластинки:		
	а) Мѣсто на пластинки свободное, ничѣмъ незащищенное . . . . .	5,4	
	б) Мѣсто подъ раздѣлительной палочкой . . . . .	3,2	
	с) Отставшая корка (а) (пленка), такъ что вверху отдѣлилась отъ пластинки, а внизу находилась въ соприкосновеніи съ пластинкой . . . . .	9,8	
	Пластинка отрицательная:		
	а) Мѣсто свободное, незащищенное . . . . .		10
	б) Мѣсто подъ раздѣлительной палочкой . . . . .		5,3
	Цифры приведены мною въ этой таблицѣ среднія изъ нѣсколькихъ опредѣленій.		
		Количество $PbSO_4$ въ %.	

Причина такихъ явленій все та же,—это плотное или неплотное соприкосновеніе (контактъ) съ рѣшеткой какъ проводникомъ; въ первомъ случаѣ такое плотное соприкосновеніе массы съ проводникомъ достигается разъединительными палочками, чисто механически удерживающими массу на ея должномъ мѣстѣ, не позволяя ей отставать при зарядѣ и разрядѣ отъ рѣшетки и отваливаться внизъ; во второмъ случаѣ масса сама по себѣ удерживается въ случайно ячейкахъ. Чтобы подтвердить причины, вызывающія указанныя выше явленія, я старался, вызвать ихъ искусственнымъ путемъ, для чего устроилъ аккумуляторъ съ слѣдующими особенностями:

передъ формированіемъ между пластинками было введено нѣсколько резиновыхъ трубокъ, какъ показано на фиг. 7, чтобы рѣшить вопросъ, какъ такія защищенные въ извѣстной мѣрѣ мѣста на + и — отнесутся къ дѣйствию тока. Чертежъ этотъ показываетъ, что мѣсто *c* на (—) пластинкѣ защищено только съ одной стороны, мѣсто *a* на (—) пластинкѣ защищено съ двухъ сторонъ и мѣсто *b* на (+) пластинкѣ тоже защищено съ двухъ сторонъ. Нужно замѣтить, что только къ мѣсту *a* пробка прилегала плотно и съ нѣкоторымъ давленіемъ къ остальнымъ мѣ-



Фиг. 7.



Фиг. 8.

стамъ *b* и *c* пробки только прикасались (не производя давленія) слегка шероховатыми поверхностями, что допускало притокъ кислоты и свободное расширение массы; къ мѣсту же *a* пробка прилегала гладкой поверхностью. По окончаніи формированія и по удаленіи пробокъ, оказалось, что только масса, лежащая подъ пробкою *a* не вся возстановлена, а именно возстановленіе ограничилось краями мѣста, защищеннаго контуромъ пробки, середина же въ видѣ неправильнаго ядра *K* (фиг. 8) осталась не возстановленной, имѣя красноватый цвѣтъ глета. Масса бралась для анализа изъ мѣста, показаннаго на фигурѣ. Масса во всѣхъ другихъ мѣстахъ *b* и *c* на видѣ ни въ чемъ не отличалась отъ таковой же лежащей на свободной, не защищенной, поверхности пластинъ. Результаты анализовъ показаны въ таблицѣ № 5.

Цифры этой таблицы показываютъ, что заряжающій токъ меньше всего возстановилъ  $PbSO_4$  въ  $Pb$  подъ пробкою *D* и одинаково или почти одинаково возстановилъ на — окислил на + какъ массу, защищенную пробками *C* — и *b* + такъ и свободно лежащую на рѣшеткахъ. Очевидно, что защита активной массы, при соблюденіи нѣкоторыхъ условий, не вредитъ заряжающему дѣйствию тока, не позволяя въ то же время массѣ вываливаться изъ ячеекъ и сохраняя прочный контактъ съ рѣшеткой. Въ мѣстахъ, покрытыхъ бѣлымъ налетомъ  $PbSO_4$  я всегда замѣчалъ болѣе или менѣе плохое соприкосновеніе съ рѣшеткой. Теперь понятно, что какъ во время зарядки, такъ и разрядки токъ обходитъ такія мѣста, и  $PbSO_4$  на нихъ постепенно все больше нарастаетъ, почему и происходитъ вредное на-

Таблица V.

Обозначеніе разныхъ мѣстъ на (+) и (-) пластинокъхъ.	П О Я С Н Е Н І Е.	Количество не возстановленнаго PbSO <sub>4</sub> въ % на (+) и (-) пластинкахъ.
<b>Опытъ 1-й.</b>		
- A	Мѣсто на (-) пластинкѣ защищено съ двухъ сторонъ гладкой поверхности пробки (резиновой), плотно прилегающей къ пластинкѣ . . .	2,3%
- C	Мѣсто защищено слегка прилегающей шероховатой поверхностью пробки съ одной стороны . . . . .	2%
+ b	Мѣсто защищено съ двухъ сторонъ слегка прилегающими шероховатыми поверхностями пробокъ . . . . .	0,714%
- E	Мѣсто свободное (незащищенное) . . . . .	2%
+ F	Мѣсто свободное (незащищенное) . . . . .	0,65%
<b>Опытъ 2-й.</b>		
- A	. . . . .	3
- C	. . . . .	1,85
+ b	. . . . .	0,63
- E	. . . . .	1,83
+ F	. . . . .	0,61
<b>Опытъ 3-й.</b>		
- A	. . . . .	2,5
- C	. . . . .	1,95
+ b	. . . . .	0,57
- E	. . . . .	1,98
+ F	. . . . .	0,58

Таблица VI.

№ опыта по порядку.	П О Я С Н Е Н І Е.	Найдено PbSO <sub>4</sub> въ %.
1	Свинець химически-чистый, приготовленный изъ PbCl <sub>2</sub> возстановленіемъ Zn-мъ въ видѣ губчатой массы, этотъ Pb въ пробиркѣ въ количествѣ 20 гр. подвергался дѣйствию H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> въ 25°Б. въ продолженіе 45 сутокъ . .	7,5
2	PbO <sub>2</sub> <sup>1)</sup> не содержащая PbSO <sub>4</sub> , въ количествѣ 20 гр. въ пробиркѣ подвергалась дѣйствию H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25°Б) въ продолженіе 40 сутокъ . . . . .	0,909
3	Pb тотъ же, что и въ первомъ опытѣ, на воронкѣ обливался H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25°Б) и тотчасъ-же промывался H <sub>2</sub> O, за это время образовалось PbSO <sub>4</sub> . . . . .	3,7
4	PbO <sub>2</sub> (та же). На воронкѣ обливалось H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25°Б) и тотчасъ промывалась, за это время образовалось PbSO <sub>4</sub> . . . . .	{ 2,5
		{ 2,2
	(3-й опытъ) . . . . .	{ 0,4
		{ 0,6

имѣетъ, такъ какъ черезъ 45 сутокъ въ Pb прибавилось только 4% PbSO<sub>4</sub>, а въ PbO<sub>2</sub>—0,409 черезъ 40 сутокъ; относительное дѣйствіе остается почти то же самое: болѣе чѣмъ въ 8 разъ на Pb чѣмъ на PbO<sub>2</sub>. Если цифры этой таблицы (опытъ 3 и 4) сравнить съ цифрами таблицы № 2 то оказывается, что содержаніе PbSO<sub>4</sub> на заряженныхъ пластинкахъ почти соответствуетъ непосредственному дѣйствию H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на Pb и PbO<sub>2</sub> такъ, напримѣръ, на заряженныхъ + пластинкахъ находилось PbSO<sub>4</sub> отъ 0,3 до 0,6; при соприкосновеніи же H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> съ PbSO<sub>2</sub> (таблица 4-ая опытъ 4-ый) получались тѣ же самыя цифры далѣе; на заряженныхъ пластинкахъ — PbSO<sub>4</sub> находилась въ предѣлахъ отъ 0,8 до 2,2, что очень близко подходит къ цифрамъ таблицы 6-ой опытъ 3-ий (дѣйствіе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> непосредственно на Pb). Интересно было также изслѣдовать, какъ будетъ относиться масса аккумуляторовъ къ механическимъ сотрясеніямъ, послѣ чего аккумуляторъ подвергся самымъ разнообразнымъ толчкамъ, послѣ которыхъ производилось изслѣдованіе, и оказалось, что въ мѣстахъ, гдѣ масса не защищена раздѣлительными палочками даже при незначительныхъ сотрясеніяхъ иногда трескалась или вываливалась изъ ячеекъ вся или отчасти (кусками) и упала на дно сосуда; нерѣдко случалось при этомъ, что вываливался настолько большой кусокъ массы, что онъ зацѣплялся за рядомъ лежащую пластинку, довольно прочно удерживаясь въ такомъ положеніи, служилъ, къ крайнему вреду, соеди-

<sup>1)</sup> Содержала 95% PbO<sub>2</sub>.

копленіе PbSO<sub>4</sub>, понижающее емкость аккумулятора по двумъ причинамъ: во 1-хъ, отъ непосредственной полезной работы дающей PbSO<sub>4</sub> и имѣющей быть возстановленной въ должномъ количествѣ вслѣдствіе дурнаго контакта, и 2-хъ, отъ исключительнаго химическаго дѣйствія H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на PbO<sub>2</sub> и Pb. Чтобы рѣшить вопросъ, на сколько H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> дѣйствуетъ быстро и въ какой мѣрѣ (въ электрическаго дѣйствія) какъ на Pb (возстановленный) такъ и на PbO<sub>2</sub>, мною былъ произведенъ рядъ опытовъ приведенныхъ въ таблицѣ № 6, изъ которыхъ видно, во первыхъ, что H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тотчасъ же по соприкосновеніи переводитъ Pb и PbO<sub>2</sub> въ PbSO<sub>4</sub> и что на Pb дѣйствуетъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ на PbO<sub>2</sub> (почти въ 7 разъ) и, во вторыхъ, время дѣйствія особаго значенія не

нителемъ двухъ противоположныхъ полюсовъ. Масса лежащая подъ раздѣлительными палочками держалась на столько прочно, что совсѣмъ не поддавалась механическимъ сотрясеніямъ и ее невозможно было, даже усиленными толчками, выбить изъ ячеекъ. Масса въ такихъ мѣстахъ не отпадаетъ и не вываливается, благодаря тѣмъ условіямъ, въ которыя она была поставлена въ аккумуляторѣ сдерживающими, раздѣлительными палочками. Замѣчу при этомъ, что размѣръ палочекъ, и вообще площадь соприкосновенія, играетъ большую роль, и только до известной величины отвѣчаетъ своему названію: при меньшемъ диаметрѣ палочекъ сдерживающая сила незначительна, при большемъ площадь соприкосновенія получается на столько великой, что такія мѣста начинаютъ представлять затрудненія для свободнаго прохожденія тока и въ такихъ мѣстахъ будетъ еще больше накапливаться  $PbSO_4$ .

## Электрическія желѣзныя дороги въ Европѣ и Америкѣ.

### VIII.—Электрическое снабженіе вагоновъ.

**Регулированіе скорости и управленіе вагоновъ.**— Для регулированія скорости электрическихъ вагоновъ до сихъ поръ былъ принятъ очень неудовлетворительный способъ, состоящій только въ примѣненіи сопротивленій, вводимыхъ послѣдовательно съ двигателями въ вагонѣ для ослабленія проходящаго черезъ нихъ тока. Эти сопротивленія состоятъ изъ желѣзной проволоки или пластинъ, помѣщаемыхъ по большей части подъ вагономъ, причемъ величина сопротивленія, введеннаго въ цѣпь, регулируется контактнмъ рычагомъ, который можно передвигать съ той и другой платформы вагона посредствомъ надлежащаго привода.

Къ числу недостатковъ этой системы слѣдуетъ отнести перегораніе сопротивленій и контактовъ, особенно когда на реостатъ попадаетъ грязь и вода, какъ обыкновенно и бываетъ; но самый важный недостатокъ этой системы заключается въ потерѣ энергій на нагреваніе, которое бываетъ пропорціонально квадрату тока и просто пропорціонально сопротивленію. Чтобы составить понятіе о величинѣ этой потери, достаточно будетъ сказать, что она часто равняется, а иногда и превосходитъ количество энергій, какое требуется для самаго движенія вагона.

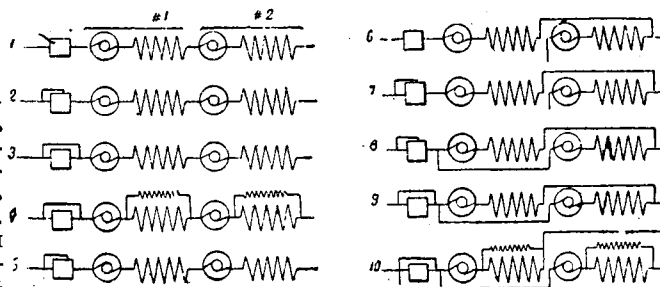
Этотъ способъ регулированія скорости сопротивленіемъ въ послѣднее время сталъ замѣняться двумя дру-

гими способами, которые можно примѣнять отдѣльно или въ соединеніи, а именно способомъ измѣняемаго магнитнаго поля и послѣдовательной-параллельной системой управленія. На этотъ способъ уже давно указывали такіе авторитеты, какъ д-ръ Гопкинсонъ, Реккенцаунъ и Сирагъ, которые и разрабатывали его практическое примѣненіе.

Способъ измѣняемаго магнитнаго поля состоитъ въ томъ, что обмотки электромагнитовъ подраздѣляются на нѣсколько секцій, которыя можно вводить въ цѣпь въ различныхъ послѣдовательныхъ и параллельныхъ комбинаціяхъ, измѣняя такимъ образомъ ихъ сопротивленіе, а слѣдовательно также токъ и скорость. При пусканіи въ ходъ вводится въ цѣпь внѣшнее сопротивленіе, но оно сейчасъ же затѣмъ выводится вонъ. Этимъ способомъ магнитную силу поля можно урегулировать такъ, чтобы двигатели развивали мощность пропорціонально величинѣ работы, требуемой для различныхъ скоростей и условий пути.

Наконецъ, повѣршиій, самый совершенный способъ регулированія представляетъ вводимая теперь почти повсемѣстно послѣдовательная-параллельная система, возможная только при двухъ или нѣсколькихъ двигателяхъ въ вагонѣ, которые при помощи особаго приспособленія соединяются въ различныя комбинаціи.

На фиг. 9 показаны схематически различныя соединенія, чрезъ которыя проходятъ послѣдовательно двигатели отъ первой комбинаціи, гдѣ они соединены послѣдовательно и сопротивленіе R введено въ цѣпь, и до послѣдней для наибольшей скорости, гдѣ они соеди-



Фиг. 9.

нены параллельно и часть магнитнаго поля выключена. Такія комбинаціи даютъ послѣдовательно регуляторъ „К“, американской General Electric Co., который можно признать вѣрнѣйшимъ наилучшимъ приборомъ этого рода.

Двѣ слѣдующія таблицы показываютъ, сколько энергій сберегается, благодаря примѣненію такого способа регулированія при помощи упомянутого сейчасъ прибора. Не только получается большая экономія энергій при началѣ движенія, но также имѣются въ распоряженіи четыре различныхъ скорости, получаемыя безъ потери тока на сопротивленія и при высокомъ полезномъ дѣйствіи двигателей, какъ это можно видѣть изъ таблицъ.

#### а) При обыкновенномъ движеніи.

СПОСОБЪ РЕГУЛИРОВАНІЯ.	Продолжительность хода вагона въ оба конца по линіи.		Число остано- вокъ.	Число пасса- жировъ.	Средній токъ въ амп.	Среднее на- пряженіе въ вольтахъ.	Средн. эл. мо- щность въ лш. силлахъ.	Средній токъ при началѣ движенія въ амп.	Максимальный токъ въ амп.	Киловат.-часы на вагонч.-км.	Средн. скорость въ км. въ часъ.
	м.	с.									
Послѣд.-парал. система . . . . .	69—40		60	98	22,0	465	13,7	32,3	85	0,678	15,2
Реостатическая . . . . .	70—32		61	98	32,4	448	19,5	73,0	120	0,974	14,8

Вѣсъ вагона — 8 тоннъ.

## б) Расходъ тока на приведение въ движение и во время хода.

СПОСОБЪ РЕГУЛИРОВАНІЯ.	Средній токъ въ те- чение первыхъ 14 се- кундъ при началѣ движенія, въ амп.	Средній токъ во вре- мя хода, за исключе- ніемъ начала движе- нія, въ амп.	Среднее напряженіе въ вольт.	Средняя элек. мощ- ность въ лош. силахъ.	Средн. скорость въ км. въ часъ.	Киловатты-часы на вагонъ-км.
<b>Послѣд.-парал. система:</b>						
Двигатели послѣдовательно . . . . .	18,3	12,8	440	7,5	15,3	0,366
Одинъ двигатель . . . . .	—	13,5	410	7,4	16,3	0,336
Двигатели параллельно . . . . .	—	30,8	430	17,7	23,5	0,533
<b>Реостатич. регулированіе:</b>						
Съ сопротивл. у двухъ двигателей . . . . .	36,6	22,0	410	12,0	13,1	0,681
Два двигателя, безъ сопротивл. . . . .	—	25,1	398	13,3	20,0	0,499
Два двигателя, слабое поле . . . . .	—	39,8	385	20,4	24,0	0,634

Приводимыя здѣсь цифры представляютъ средніе результаты большаго числа испытаній, произведенныхъ съ большою тщательностью въ Америкѣ. Не будетъ преувеличеніемъ принять, что новая система регулированія даетъ около 30% экономіи.

Главное затрудненіе, съ которымъ приходилось бороться при практическомъ примѣненіи этого способа регулированія, было чисто механическое и заключалось въ быстромъ перегораніи контактовъ въ регуляторѣ вслѣдствіе прохожденія сильныхъ токовъ при высокомъ напряженіи и ихъ утечки, когда происходитъ переключеніе съ послѣдовательнаго соединенія на параллельное. Обра-

зующіяся при этомъ вольтовы дуги въ упомянутомъ выше регуляторѣ „К“ гасятся очень сильнымъ магнитнымъ гасителемъ системы Томсона, какъ только онѣ образуются, такъ что, собственно говоря, онѣ не имѣютъ возможности и образоваться. Контакты регулятора сдѣланы (штампованы) изъ толстыхъ желѣзныхъ пластинъ, такъ какъ прадника показала, что желѣзо лучше латуни.

Переключеніе направленія хода производится отдѣльнымъ коммутаторомъ, связаннымъ съ регуляторомъ приводомъ, который не позволяетъ переключить ходъ двигателей, пока не разомкнутъ токъ въ нихъ. Регуля-

## Лош. силы, скорость и горизонт. тяга.

МЕХАН. ЛОШ. СИЛЫ.	К и л о м е т р ы в ь ч а с ь .									
	3,2	6,4	9,6	12,8	16	24	32	40	48	64
	М е т р ы в ь м и н у т у .									
	53,3	106,6	113,2	159,9	266,7	400	533	666,7	800	1066
Г о р и з о н т а л ь н а я т я г а в ь к г р .										
2	170	85	57	42,5	34,0	23	17,0	14	11,3	8,5
3	255	127	85	63,8	51,0	34	25,5	20	17,0	12,7
4	340	170	113	85,1	68,0	45	34,0	27	22,7	17,0
6	510	255	170	127,5	102,1	68	51,0	41	34,0	25,5
8	680	340	227	170,3	136,1	91	68,0	54	45,4	34,0
10	850	425	283	212,6	170,3	113	85,1	68	56,7	42,5
15	1340	638	425	318,9	255,1	170	127,5	102	85,1	63,8
20	1701	848	567	425,1	340,2	227	170,3	136	113,4	85,1
25	2126	1063	709	531,6	425,2	283	212,6	170	141,7	106,3
30	2551	1340	850	637,75	510,3	340	255,1	204	170,3	127,5
40	3400	1701	1134	850,5	680,4	454	340,2	272	226,8	170,3
50	4251	2126	1417	1063,2	850,5	567	425,2	340	283,5	212,6



Приблизительная мощность въ лош. силахъ, требующаяся для 4-колеснаго вагона вѣсомъ въ 7½ тоннъ, съ основаніемъ между колесами въ 2 × 4,85 м.

ПОДЪЕМЪ		Километры въ часть.									
		3,2	6,4	9,6	12,8	16	24	32	40	48	64
въ %.		Лош. силы.									
0	1:00	1,27	2,52	3,84	5,16	6,55	10,20	14,39	19,56	25,49	40,71
1	1:100	2,17	4,31	6,48	8,74	11,02	16,91	23,34	30,74	38,91	58,59
1½	1:66	2,61	5,20	7,82	10,52	13,25	20,25	27,79	36,31	45,60	67,51
2	1:50	3,05	6,09	9,15	12,31	15,48	23,60	32,26	41,89	52,29	76,44
2½	1:40	3,50	6,98	10,49	14,09	17,71	26,95	36,72	47,47	58,90	—
3	1:33	3,95	7,88	11,83	15,88	19,95	30,30	41,18	53,05	—	—
3½	1:26	4,39	8,77	13,17	17,66	22,18	33,64	45,65	—	—	—
4	1:25	4,84	9,66	14,51	19,39	24,41	37,00	50,13	—	—	—
5	1:20	5,73	11,45	17,19	23,02	28,88	43,69	59,05	—	—	—
6	1:16	6,63	13,23	19,87	26,59	33,34	50,39	67,98	—	—	—
7	1:14	7,52	15,01	22,54	30,18	37,80	57,09	—	—	—	—
8	1:13	8,41	16,81	25,23	33,74	42,28	63,79	—	—	—	—
9	1:11	9,30	18,59	27,91	37,31	46,73	70,47	—	—	—	—
10	1:10	10,19	20,27	30,57	40,88	51,18	77,15	—	—	—	—

Тяга, развиваемая на кривизнахъ при скорости 5 км. въ часъ.

Длина основанія вагона между колесами, въ м.	Радиусъ кривизны въ м.							
	7,62	9,14	12,19	15,24	18,29	21,34	24,38	30,48
	Килограммы на тонну.							
1,07	40,2	33,5	25,1	20,0	16,7	14,4	12,6	10,1
1,22	42,6	35,6	26,7	21,3	17,8	15,2	13,3	10,7
1,37	45,0	37,6	28,2	22,5	18,8	16,1	14,1	11,3
1,83	50,1	43,7	32,8	26,2	21,9	18,8	16,4	13,1
1,98	54,9	45,8	34,3	27,4	22,9	19,6	17,2	13,7
2,13	57,3	47,8	35,8	28,7	23,9	20,5	17,9	14,3

торъ ставится на каждой платформѣ вагона, но на вагонъ дается только одна рукоятка, которую можно ставить или снимать, когда регуляторъ поставленъ на замыканіе.

Проектируя электрическое снабженіе вагона, прежде чѣмъ выбирать какой либо типъ электродвигателей, необходимо вычислить, какую наибольшую работу придется производить ему. Для этого берутъ различныя нагрузки и покатоности пути, вычисляя, какая потребуется при нихъ мощность. Практика и многочисленныя опыты показали, что въ среднемъ, при желобчатыхъ рельсахъ, требуется тяга въ 15 кгр. на тонну. Для скоростей меньше 16 км. въ часъ можно пренебрегать сопротивленіемъ воздуха и пользоваться слѣдующей формулой для ровнаго пути:—

$$\text{вѣсъ вагона въ тоннахъ} \times \text{тяга въ кгр.} \times \text{скорость въ м. въ мин.}$$

Лош. силы на оси =

4565

Для подъемовъ слѣдуетъ прибавлять мощность на подниманіе, которую даетъ формула:

$$\text{Вѣсъ вагона въ кгр.} \times \text{подъемъ въ \%} \times \text{скорость въ м. въ м.} \div 4565$$

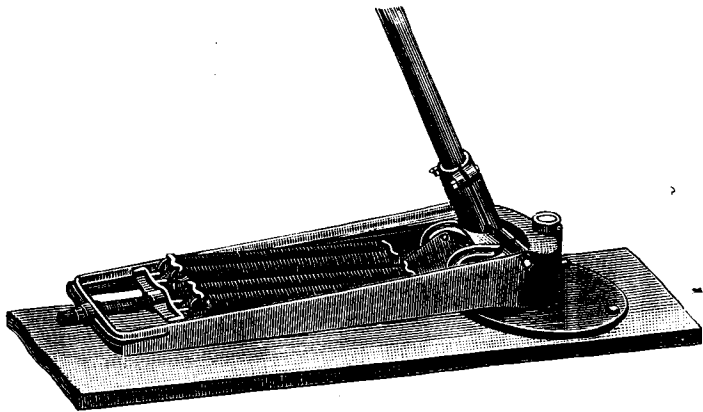
Умноживъ полученное такимъ образомъ число на полезное дѣйствіе двигателей въ %, найдемъ, какую мощность будетъ брать вагонъ изъ линии.

Для облегченія подобныхъ вычисленій можно пользоваться предыдущими таблицами.

**Коллекторный катокъ.**—Этотъ катокъ въ самой ранней своей формѣ состоялъ изъ четырехколесной тележки, катавшейся по двумъ воздушнымъ проводамъ. Онъ соединялся съ вагономъ гибкимъ изолированнымъ кабелемъ и катился за вагономъ по проводамъ. Затѣмъ, когда оказалось удобнѣе устраивать коллекторную линію изъ одной проволоки, а не изъ двухъ, появилась новая форма катка, состоящая изъ поддерживаемой на

пружинѣ рамки съ трущимся контактомъ, скользящимъ по проволокамъ снизу. При этихъ контактахъ коллекторная проволока изнашивалась въ такой степени, что ихъ вездѣ оставили и теперь повсемѣстно примѣняются контакты съ колесомъ.

Первоначальные типы послѣднихъ были сравнительно громоздкіе; ихъ основанія занимали очень много мѣста на крышѣ вагона. На фиг. 10 представлено шар-



Фиг. 10.

пирное основаніе катка новѣйшаго типа; оно компактно, очень простаго устройства и позволяетъ вагонамъ проходить подъ очень низкими мостами; кромѣ того практика показала, что оно достаточно прочно, легко регулирующееся и контактъ при немъ катится плавно. Оно плотно прилегаетъ къ крышѣ вагона и можетъ быть повернуто, когда мѣняютъ направление движенія вагона. Когда его стержень опущенъ внизъ, самая верхняя точка будетъ всего въ 15 см. отъ крыши. Благодаря особому устройству пружинѣ, катокъ прижимается къ коллекторной проволокамъ съ одинаковымъ давленіемъ при всякихъ положеніяхъ.

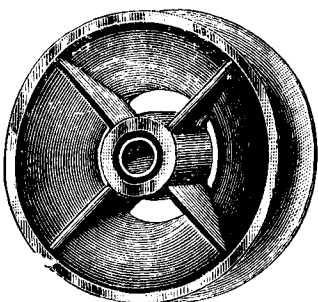
Стержень катка дѣлается стальной, цѣльный, безъ всякихъ соединеній и пр. Къ концу онъ непрерывно утопается, отличается легкостью, крѣпостью и твердостью. Если онъ случайно согнется, его можно выпрямить безъ нагреванія.

На фиг. 11 показана вилка для катка, сдѣланная изъ листовой стали, легкая и крѣпкая, съ контактными пружинами и шайбами изъ фосфорной бронзы, которая оказалась прочнѣе мѣди; ось дѣлается изъ закаленной стали.

Обращено было много вниманія на усовершенствованіе формы самаго катка. Прежде колесо представляло одну отливку изъ бронзы съ V-образнымъ желобкомъ,



Фиг. 11.



Фиг. 12.

по окружности. Затѣмъ вошла въ примѣненіе усовершенствованная форма,—составное колесо съ очень прочной ступицей для оси; съ той и другой стороны къ нему

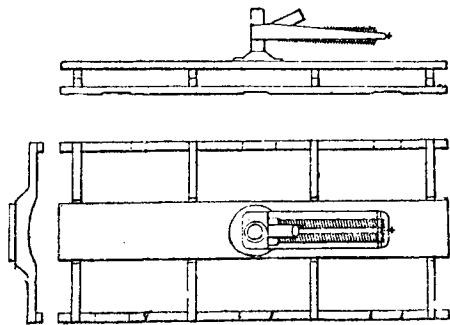
приклепывались желѣзные предохранительныя пластины, чтобы катокъ не могъ сосканивать съ проволоки. Истиранію подвергалось контактное кольцо, которое можно было снимать и перемѣнять, хотя это было хлопотно и занимало много времени. Желобку придали почти полукруглую форму.

Послѣдняя форма катковъ въ настоящее время оставлена и почти повсемѣстно примѣняются катки въ родѣ изображеннаго на фиг. 12. Они представляютъ одну бронзовую отливку съ широкимъ и хорошо отшлифованнымъ желобкомъ, съ графитовыми или самосмазывающимися втулками для оси.

Недостатокъ прежнихъ катковъ заключался въ томъ, что при истираніи желобка насквозь заплечики отваливались; въ новѣйшей формѣ этотъ недостатокъ устраненъ при посредствѣ реберъ, которые удерживаютъ заплечики на мѣстѣ а появленіе искры на каткѣ указываетъ, что оно истерлось и должно быть перемѣнено. Такое предупрежденіе дѣлается заблаговременно, потому что катокъ можетъ послѣ этого прослужить еще достаточно времени, чтобы дать возможность вагону дойти до станціи, гдѣ можетъ быть поставленъ новый катокъ, тогда какъ при прежнихъ формахъ катковъ заплечики отваливались, вагонъ сразу останавливался и его приходилось тащить на станцію.

Долговѣчность катка зависитъ естественно отъ характера службы данной линіи; онъ можетъ дѣлать вообще отъ 5.500 до 9.500 км.

Основаніе катка прочно связывается болтами съ доской (фиг. 13), которая въ свою очередь прикрѣпляется къ крышѣ вагона. Эта доска укрѣпляетъ крышу и предохраняетъ ее отъ поврежденія въ случаѣ, если оторвется катокъ; она успокаиваетъ также шумъ отъ катка. На фиг. 13 и 14 показанъ наборъ крыши, къ которому крѣпится эта доска.

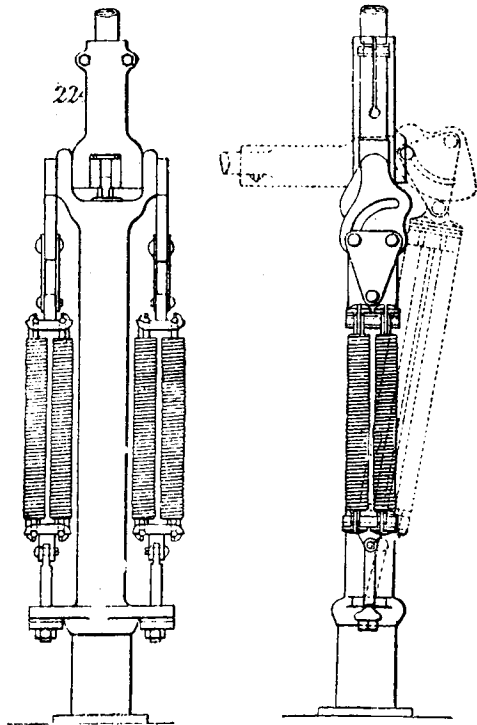


Фиг. 13 и 14.

Нѣкоторые строители электрическихъ желѣзныхъ дорогъ до сихъ поръ предпочитаютъ обходиться безъ катковъ. Такъ Сименсъ и Гальске, а также Матеръ и Платъ (въ Англіи) примѣняютъ простую тавровую или аркообразную желѣзную или стальную полосу съ сильными пружинами, которая стремится привести ее въ вертикальное положеніе; эта полоса и скользятъ по проволокамъ снизу. Такая система представляетъ однако очень важныя недостатки, а именно скользящій контактъ производитъ рѣзкій и неприятный свистъ и трущаяся часть быстро истирается. Чтобы на полосѣ не протирались углубленія, коллекторная проволока прокладывается вдоль пути зигзагообразно. Компания Сирага примѣняла нѣкоторое время скользящій тавровый контактъ, но въ настоящее время оставила его, хотя онъ значительно упрощаетъ устройство линіи. Вообще можно сказать, что американскій катокъ оказался за послѣднія 10 лѣтъ наилучшимъ приспособленіемъ для собиранія тока изъ коллекторной линіи.

Нетрудно видѣть, что описанный выше типъ основанія для катка не годится для вагоновъ съ имперіалами, весьма распространенныхъ въ Европѣ, но совер-

ленно почти незвѣстныхъ въ Америкѣ. Для примѣненія къ такимъ вагонамъ форма основанія для катка измѣняется, какъ показано на фиг. 15 и 16, а именно



Фиг. 15.

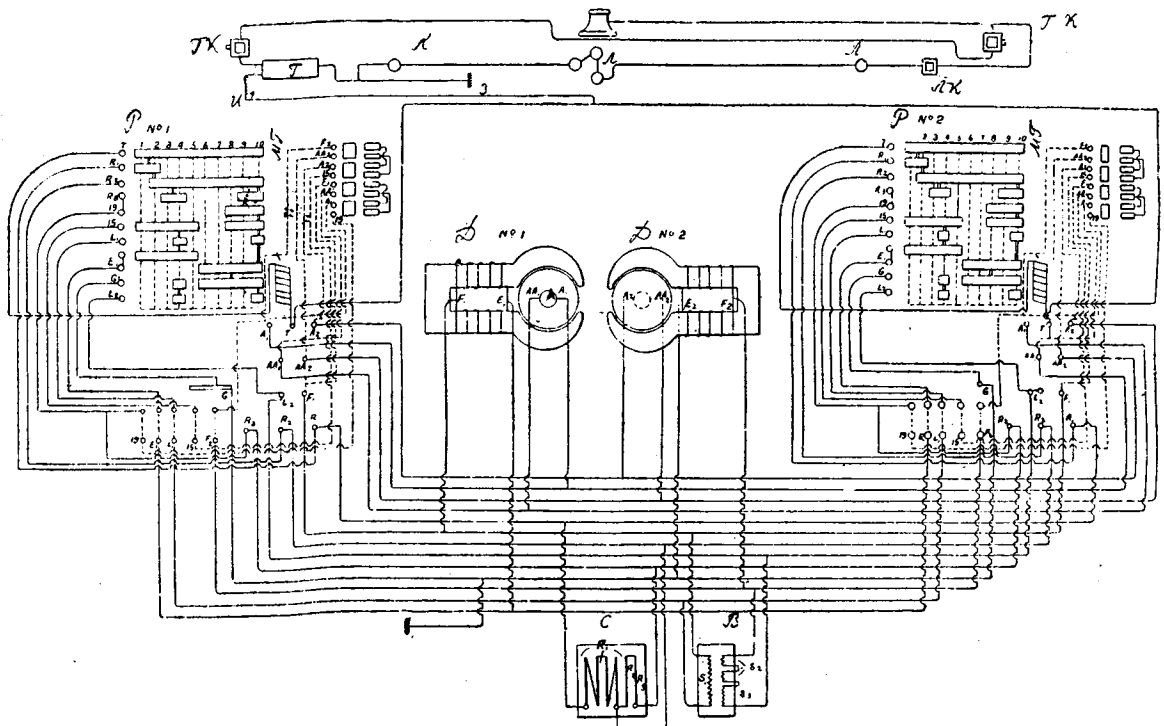
Фиг. 16.

то же самое. Чтобы можно было поворачивать катокъ на концахъ пути, основаніе снабжено шаровымъ подшипникомъ, замѣняющимъ поворотный штырь у горизонтальной формы. Такъ какъ къ этому основанію могутъ прикоснуться случайно пассажиры, помѣщающіеся на имперіаль, то оно въ элетрическую цѣпь не включено, а токъ изъ катка идетъ къ двигателямъ по изолированному кабелю, расположенному внутри столба основанія, верхняя оконечность котораго сдѣлана изъ дерева (а остальная часть изъ желѣзной или стальной трубы). Такое основаніе устанавливается на средней спинкѣ сидѣній имперіала. Въ нижней части столба устроенъ особый контактъ для соединенія упомянутого выше кабеля съ идущимъ внизъ стержневымъ проводомъ; иначе кабель могъ бы обрваться отъ скручивания, если бы катокъ случайно поворачивали нѣсколько разъ въ одну и ту же сторону. Пружины можно прикрывать кожухомъ изъ листового желѣза. Такіе катки строятся теперь компаніей Томсона-Гуостона.

Электрическія цѣпи въ вагонахъ. — Кромѣ двигателей, коллекторнаго катка, регулятора скорости и коммутатора, электрическое снабженіе вагоновъ заключаетъ въ себѣ нѣсколько другихъ приспособленій, а именно главные коммутаторы, громоотводы, индуктивныя катушки, сопротивленія для пуска въ ходъ и для введенія вѣтвей.

На фиг. 17 показано подробное устройство электрической цѣпи въ вагонѣ и расположеніе всѣхъ упомянутыхъ приборовъ. Здѣсь Д, Д' представляютъ двигатели, О—основаніе коллекторнаго катка, Р, Р'—регуляторы, Г, К—главные коммутаторы, Г'—громоотводъ, И—индуктивная катушка, Л—лампы, ЛК—ламповый коммутаторъ, З—сообщеніе съ землей (съ рельсами), С—реостатъ для пуска въ ходъ и В—вѣтвь для обмотокъ магнитовъ. Контактные цилиндры регуляторовъ представлени развернутыми, причемъ пунктирные линіи съ номерами отъ 1 до 10 показываютъ относительное положеніе контактныхъ пластинокъ и щетокъ регулятора; такимъ образомъ легко можно прослѣдить соединенія двухъ двигателей при различныхъ положеніяхъ регулятора. Ясно показаны также соединенія цѣпи для освѣщенія, магнитнаго гасителя МГ, главнаго коммутатора и пр.

оно вмѣстѣ съ пружинами располагается не горизонтально, а вертикально, хотя ихъ дѣйствіе остается



Фиг. 17.

Каждый двигатель соединяется съ регуляторомъ чрезъ коммутаторъ, такъ что въ случаѣ поврежденія одного двигателя кондукторъ можетъ сейчасъ же вывести его изъ цѣли и продолжать путь только съ однимъ двигателемъ.

Спротивленія для пуска и въ ходъ и для вѣтвей (С и В) состоятъ изъ желѣзныхъ лентъ, обложенныхъ полосками асбеста и плотно вставленныхъ въ желѣзную рамку на изолирующей и огнеупорной подставкѣ.

Плавкими предохранителями по большей части служатъ тонкая мѣдная проволока, причемъ ихъ размѣръ подбираютъ обыкновенно такъ, чтобы они расплавились при 50 амперахъ. Ихъ коробки ставятъ подъ платформами, возможно доступно для кондуктора.

Главныхъ коммутаторовъ двигателей всегда бываетъ по два въ вагонѣ, на каждой платформѣ. Ихъ обыкновенно ставятъ какъ разъ надъ головой кондуктора, чтобы онъ легко могъ доставать его. Токъ всегда замыкается, когда кондукторъ уходитъ изъ вагона.

Провода, соединяющіе двигатели, сопротивленія, вѣтви и регуляторы соединены все въ одинъ кабель, хорошо оплетенный и обвитый тесьмой. Каждый проводъ отбѣляется отъ него въ надлежащемъ мѣстѣ и снабженъ мѣткой, соответствующей мѣткѣ на зажимахъ двигателей и другихъ приборовъ, такъ что ошибокъ въ соединеніяхъ сдѣлать нельзя.

Вагонъ освѣщается группой лампъ накаливанія (обыкновенно 5), введенныхъ послѣдовательно въ цѣпь двигателей и снабженныхъ плавкими предохранителями и выключателемъ. Наружный сигнальный фонарь вагона бываетъ обыкновенно, какъ уже упоминалось выше, керосиновый.

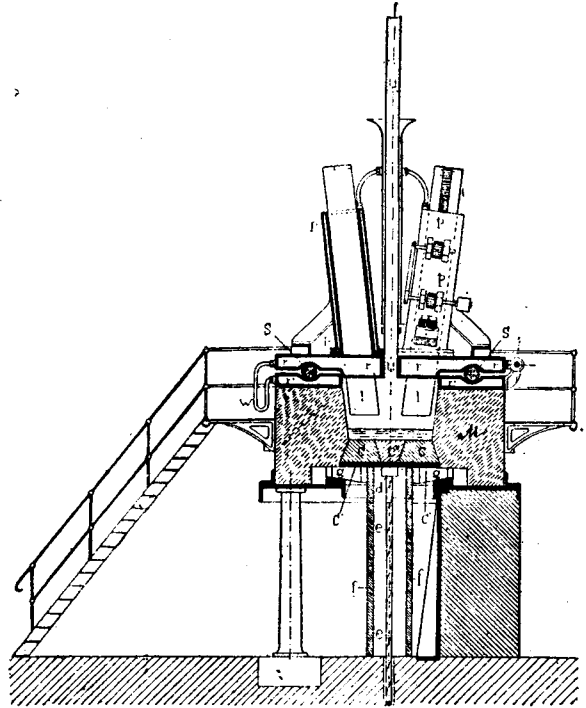
На фиг. 17 ясно показано, какъ вводится въ цѣпь громкоговоръ Г и индуктивная катушка И.

Вагонную проводку можно раздѣлить на двѣ части: проводку 1) на крышѣ и 2) на полу вагона, изъ которыхъ первая заключаетъ въ себѣ главную цѣпь, идущую отъ коллекторнаго катка, и цѣпь для освѣщенія вагона. Эта первая часть цѣпи выполняется при постройкѣ корпуса вагона, а вторая прокладывается тогда, когда корпусъ вагона уже поставленъ на платформу. Проводъ для земного соединенія проводится подъ полъ вагона, но не въ главномъ соединительномъ кабелѣ, а отдѣльно отъ него.

Д. Г.

маса Л. Вильсона, техника алюминіевой фабрики въ Шире (Сѣверная Каролина), непосредственно возстановляетъ и обуглероживаетъ СаО въ электрической печи. Томасъ Вильсонъ уже въ 1893 г. взялъ патентъ на новый фабричный способъ полученія кальція-карбида и для примѣненія этого способа составилъ компанію подъ названіемъ „Electric Gas Company“.

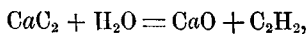
Чтобы дать представленіе объ электрическихъ печахъ, въ которыхъ добывается кальцій-карбидъ (а также алюминій), мы опишемъ новую патентованную печь инженера Рудольфа Урбаницкаго, представленную въ разрѣзѣ на фиг. 18. Она состоитъ изъ желѣзнаго ящика,



Фиг. 18.

## Кальцій-карбидъ, ацетиленъ и ихъ значеніе для техники вообще и электротехники въ частности.

Кальцій-карбидъ СаС<sub>2</sub> извѣстенъ уже съ 1836 года, когда онъ былъ полученъ проф. Вѣлеромъ нагрѣваніемъ угля со сплавомъ металлическаго кальція и цинка. Уже вскорѣ послѣ его полученія и изслѣдованія химикки указали на твердость и важныя его свойства, которыя съ выгодой могли бы быть примѣнены въ технику, если бы не дороговизна полученія кальція-карбида. Такъ, напримеръ, если облить СаС<sub>2</sub> водой, то происходитъ обильное разложене:



дающее пегашепную извѣсть и ацетиленъ С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>, обладающій при полномъ сгораніи наибольшей свѣтовой силой изъ всѣхъ извѣстныхъ до сихъ поръ углеводородовъ. Нормальная горѣлка потребляющая 5 куб. футъ газа, даетъ 16 свѣчей при обыкновенномъ свѣтельномъ газѣ и 240 при ацетиленѣ, т. е. въ 15 разъ болѣе.

Въ 1892 году Макеннъ и Траверъ воспользовались впервые сильными жаромъ вольтовой дуги для полученія барія-карбида и кальція-карбида. Первый былъ полученъ при посредствѣ углекислаго барита, магнезіи и угля, второй хлористаго кальція, патрія и угля. Это открытіе навело на мысль Муассана въ Парижѣ и То-

снабженнаго обкладкой изъ прессованнаго магнезита М. СС угольные пластины, поддерживаемыя металлической пластиной С', поддерживаемой въ свою очередь изолированными клиньями gg. С''—алюминіевый кованый конусъ, соединенный кабелемъ е съ отрицательнымъ полюсомъ динамомашинны; ff—глиняная разъемная труба для защиты кабеля; u—угольные пластины, передвигаемыя посредствомъ зубчатыхъ колесъ pp маленькимъ электродвигателемъ, и направляемыя чугунными желобами PP съ двойными стѣнками, охлаждаемыми водой. Чугунная, охлаждаемая водой (или угольная), крышка r можетъ поворачиваться то въ ту, то въ другую сторону на шарикахъ SS посредствомъ винтовой передачи. Труба u служитъ для отвода газовъ и засыпки рабочаго матеріала.

Эта печь болѣе производительна, чѣмъ другія, легче ремонтируется, и съ ней удобнѣе идетъ работа.

Сравнимъ теперь стоимость полученія свѣтлignaго газа при посредствѣ кальція-карбида и обыкновеннымъ путемъ.

По даннымъ Вильсона для полученія 2.000 фунтовъ (англійскихъ) СаС<sub>2</sub> нужно 1.200 фн. толченаго угля, 2.000 фн. толченой негашеной извѣсти (СаО), и 180 электрическихъ лошадей въ теченіе 12 часовъ.

Для Верхней Силезіи, по расчету д-ра Франка, стоимость 1.000 кгр. кальція-карбида представится слѣдующимъ образомъ:

600 кгр. толченаго угля . . . . .	12 марокъ.
1000 „ обожженной, толченой извѣсти . . . . .	18 „
200 „ электр. лощ. въ теченіе 12 час.	„

(1 кгр. угля на 1 л. ч.) = 2½ тонны  
 угля, считая тутъ стоимость ма-  
 шинъ и печей . . . . . 28 марокъ.  
 Рабочія услуги . . . . . 12 „

Всего . . 70 марокъ.

По американскимъ даннымъ изъ 2.000 фн. = 907 кгр. кальция-карбида получается 297,2 м.<sup>3</sup> ацетилена = 10.500 фт.<sup>3</sup>. Такъ какъ чистый ацетиленъ даетъ въ обыкновенной газовой горѣлкѣ конящее пламя, то Вильсонъ разбавлялъ ацетиленъ слабо свѣтящимся углеводороднымъ газомъ. Такимъ образомъ онъ получалъ изъ 10.500 фт.<sup>3</sup> ацетилена 100.000 фт.<sup>3</sup> = 2.800 м.<sup>3</sup> газа съ силой свѣта въ 23 до 25 свѣчей.

Въ послѣднее время проф. *Льюисъ* въ Гринвичѣ показавъ, что въ особо сконструированныхъ горѣлкахъ можно сжигать и чистый ацетиленъ безъ коноги.

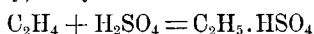
Но мы примемъ для сравненія заведомо невыгодный случай разбавленія ацетилена. Мы даже положимъ, что изъ 1 тонны CaC<sub>2</sub> получается столько же свѣта, сколько при сжиганіи 2.800 м.<sup>3</sup> обыкновеннаго свѣтлнанаго газа, требующихъ для добыванія 10 тоннъ каменнаго угля.

Въ такомъ случаѣ подсчетъ, сдѣланный докторомъ Франкомъ, показываетъ, что при обыкновенномъ способѣ добыванія свѣтлнанаго газа это количество свѣта обойдется въ 135 марокъ, а при посредствѣ кальция-карбида несомнѣнно большее количество свѣта получится за 80 марокъ, принимая во вниманіе условія Берлина.

Кальцій-карбидъ легко отливается въ формы, доступенъ и удобенъ для перевозки, и добыча ацетилена съ помощью его требуетъ еще только воды и самыхъ несложныхъ приспособленій. Поэтому можно ожидать, что появятся переносныя ацетиленовыя лампы, въ которыхъ газъ будетъ получаться непосредственно изъ CaC<sub>2</sub>. Правда, ацетиленъ ядовитъ, но за то онъ обладаетъ отвратительнымъ запахомъ, предупреждающимъ объ опасности, и такимъ образомъ имѣетъ преимущество передъ ненахнущей замѣтно окисью углерода, которой въ свѣтлннаномъ газѣ содержится до 8% и болѣе.

Кромѣ того, кальцій-карбидъ можетъ быть примѣненъ въ металлургіи, напримѣръ, для добыванія стали.

Продуктъ кальция-карбида—ацетиленъ, при пропусканіи черезъ растворъ марганцовокислаго калн (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), даетъ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>—щавелевую кислоту, получившуюся до сихъ поръ изъ растений. При пропусканіи ацетилена C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> черезъ растворъ хромовой кислоты образуется уксусная кислота C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. Присоединяя въ состояніи выдѣленія 2 эквивалента водорода къ ацетилену, получаемъ этиленъ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, а пропуская послѣдній черезъ сѣрную кислоту, получаемъ:



этил-сѣрную кислоту.

Перегоняя послѣднюю съ водою, получаемъ альгоголь C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O и сѣрную кислоту H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Пропуская электрическія искры черезъ смѣсь C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> и 2N, получимъ 2HCN—синильную кислоту.

Вообще кальцій-карбидъ, ацетиленъ и ихъ продукты даютъ возможность получать фабричнымъ путемъ спиртъ, сахаръ, крахмалъ, синеродистыя соединенія (синеродистый калій), амиды и даже бѣлковыя соединенія.

Такимъ образомъ мы, можетъ быть, не очень далеко стоимъ отъ того момента, когда исполнится надежда *Вернера Сименса*, считавшаго возможнымъ при посредствѣ электричества добывать со временемъ даже свѣтные припасы изъ веществъ неорганическаго происхожденія.

Не смотря на дешевизну освѣщенія помощью ацетилена, онъ пока, однако, не побѣдилъ даже освѣщенія лампами накалыванія.

Въ самомъ дѣлѣ, для полученія 1.000 кгр. карбида CaC<sub>2</sub> необходимо для вылавки 200 л. С. въ теченіи 12 часовъ; или 2.400 лощ.—часовъ=1.766.400 уаттъ-часовъ. 1.000 кгр. CaC<sub>2</sub> дадутъ 349 м.<sup>3</sup> ацетилена. 1 часо-свѣча требуетъ 0,6 метра этого газа. Слѣдовательно, 349 м.<sup>3</sup> C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

дадутъ 581.666 часо-свѣчей. Если ту же электрическую работу израсходовать на электрическое освѣщеніе, считая на 1 свѣчу 3 уатта, то 1.766.400 уаттъ-часовъ дадутъ намъ 588.800 часо-свѣчей.

Слѣдовательно, электрическое освѣщеніе калильными лампами при одинаковомъ расходѣ электрической работы обойдется все же дешевле ацетиленоваго освѣщенія, независимо отъ того—располагаемъ ли мы даровыми силами природы (вода, вѣтеръ), или нѣтъ.

А о гигиеническомъ превосходствѣ электрическаго освѣщенія и пр. не приходится и говорить.

(Maschinen-Informator, № 5.)

## О Б З О Р Ъ.

**Объ электролитическомъ раствореніи и выдѣленіи металловъ.** Исходя изъ наблюденій Барголи и Папазогли, что при электролизѣ разбавленной сѣрной кислоты между угольными электродами часть угля-анода входитъ въ электролитическій процессъ, образуя на поодѣ кромѣ кислорода еще окисъ углерода и углекислоту, Цѣнь произвелъ опытъ, чтобы убѣдиться, можетъ ли уголь образовывать іоны. Оказалось, что при низкихъ температурахъ происходитъ разсыпаніе угля-анода, причемъ кислота наполняется подвышенными частицами угля. При высшихъ температурахъ происходило значительное окрашивание кислоты: сначала желтое, а потомъ постепенно переходящее въ темно-красное и краснорурое. Цѣнь объясняетъ это предположеніемъ, что уголь растворился подъ дѣйствіемъ тока, а въ такомъ случаѣ,—если только онъ способенъ образовывать іоны, должно происходить выдѣленіе угля на катодѣ. Чтобы проверить это, Цѣнь опустилъ въ кислоту платиновый катодъ при угольномъ анодѣ, и оказалось черезъ нѣсколько времени, что платина покрылась слоемъ угля: первоначально крайне тонкимъ, представляющимъ все цвѣта тонкихъ пластинокъ, а потомъ чернымъ, какъ графитъ. Осадокъ былъ въ высшей степени ровный и плотный. Такимъ же образомъ удалось покрыть слоемъ угля платиновую чашку, употреблявшуюся для количественнаго анализа. Сортъ угля не вліяетъ на достоинство выдѣливаемого осадка: можно употреблять и природный уголь, и однородный ламповый, и ретортный.

Далѣе Цѣнь устроилъ элементъ съ растворимымъ электродомъ (катодомъ) изъ угля. Для этого онъ взялъ за анодъ заряженную пластинку аккумулятора (т. е. высніе окислы свинца). Такой элементъ при замыканіи на 100 вольтъ обнаружилъ электровозбудительную силу въ 1,03 вольта и давалъ сильный и постоянный токъ. Роль угля въ этомъ элементѣ становится понятною при замѣнѣ его платиновымъ электродомъ: пока платина не поляризована кислородомъ, элементъ дѣйствуетъ, какъ и при углѣ, далѣе же токъ сильно падаетъ. При употребленіи же угля токъ продолжается до полного разряда аккумулятора (пластинки и, при замѣнѣ послѣдней свѣже-заряженною, достигаетъ прежней силы\*).

(Zeitschr. f. Elektrochem., № 25.)

**Примѣненіе индукціонной катушки къ производству электрическихъ измѣреній.**

Приобрѣтеніе вольтметра, амперметра и уаттметра для большинства электротехниковъ любителей является, если не непосильнымъ, то во всякомъ случаѣ обременительнымъ расходомъ. Кромѣ того, этихъ аппаратовъ можетъ иногда не оказаться на лицо въ весьма разнообразныхъ случаяхъ.

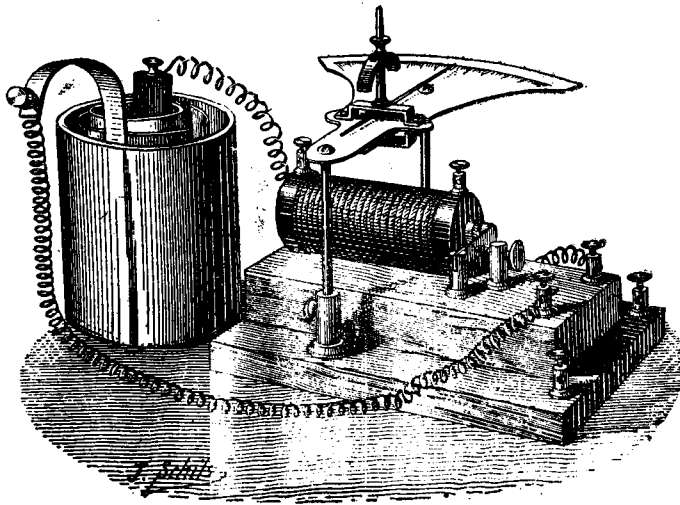
Въ виду этого г. Альбертъ Нодонъ (Albert Nodon) предлагаетъ очень легкій способъ преобразованія обыкновенной индукціонной катушки въ тотъ или другой изъ упомянутыхъ приборовъ.

\* Въ послѣднемъ (26) номерѣ Z. f. Electroch. помѣщена статья проф. Фогеля, въ которой онъ указываетъ на неправильность заключеній Цѣня. Въ одномъ изъ слѣдующихъ номеровъ мы дадимъ болѣе подробное изложеніе этой статьи.

На помещенномъ ниже рисункѣ довольно ясно представлены всѣ несложныя приспособленія состоящія изъ двухъ подвижныхъ металлическихъ подставокъ, утвержденныхъ на деревянномъ пьедесталѣ катушки и, въ свою очередь, поддерживающихъ горизонтальный металлической же секторъ съ произвольной величины дѣльными дугой; надъ секторомъ находится довольно длинная стрѣлка-указатель изъ алюминія, къ которой прикрѣплено нѣсколько короткихъ намагниченныхъ стрѣлокъ такъ, что ось ихъ системы параллельна стрѣлкѣ указателю.

Наконецъ, система снабжается еще направляющимъ магнитомъ, обыкновенно имѣющимъ форму дуги и помещаемымъ на любой высотѣ надъ секторомъ. Середина катушки должна, по возможности, совпадать съ центромъ системы магнитныхъ стрѣлокъ и стрѣлки указателя.

Нечего и говорить о томъ, что этотъ приборъ можетъ служить для опредѣленія направленія тока отъ первичныхъ и вторичныхъ элементовъ и динамомашинъ съ прямымъ токомъ. Кромѣ того, аппаратъ превратится въ гальванометръ: для токовъ отъ 5 до 40 амперъ пропусканиемъ тока по металлическимъ подставкамъ; для



Фиг. 19.

токовъ отъ 5 до 0,01 ампера, пропусканиемъ тока чрезъ толстую проволоку катушки (прерыватель долженъ быть удаленъ); для токовъ до миллі ампера—пропусканиемъ тока по тонкой провололкѣ. Конечно, секторъ вмѣстѣ съ системой стрѣлокъ можно устанавливать на любой высотѣ надъ индукціонной катушкой, чѣмъ можно достигнуть наиболѣе выгоднаго его положенія.

Далѣе, если чрезъ толстую проволоку катушки (сопротивленіе которой доведено до 2 омъ введеніемъ нейзильберовой проволоки) пропустить токъ въ 2 ампера (отъ свинцоваго аккумулятора) и градуировать соответственнымъ образомъ, то аппаратъ превратится въ амперметръ, дающій точныя измѣренія токовъ отъ 40 амперъ до 0,01 ампера.

На томъ же принципѣ можно индукціонную катушку употребить въ качествѣ вольтметра; нужно только для градуировки пропустить опредѣленнаго напряженія токъ черезъ тонкую ея проволоку, уголъ отклоненія стрѣлки раздѣлить на любое число дѣлѣній и распространить такую градуировку на остальныя части сектора. Тогда аппаратъ даетъ возможность измѣрять напряженія въ предѣлахъ отъ 0,01 вольта до 500 вольтъ съ очень большою точностью.

Наконецъ, если, располагая напряженіемъ въ 2 вольта, одновременно пропустить токъ черезъ обѣ проволоки катушки (сопротивленіе толстой по прежнему 2 ома), то стрѣлка дастъ отклоненіе, пропорціональное 2 уаттамъ (такъ какъ  $W = IA \times IV$ ).

Здѣсь, какъ и ранѣе, величины угловъ отклоненія

(если они не велики) можно считать вполне пропорціональными числу измѣряемыхъ уаттовъ.

(L'Electricien, № 238.)

**Вліяніе атмосфернаго электричества на здоровье.** Въ Лондонскомъ медицинскомъ журналѣ „Lancet“ появилась статья слѣдующаго содержанія: многіе наблюдатели замѣчали, что во время, предшествующее грозѣ, увеличивается число солнечныхъ ударовъ, и что вообще состояніе воздуха, при которомъ они чаще всего происходятъ, соответствуетъ присутствію большого количества электричества: волосы на головѣ поднимаются, люди чувствуютъ общее безпричинное утомленіе и педомоганіе и проч. Конечно, еще нельзя съ полною достовѣрностью утверждать, что именно электричеству обязано увеличеніе числа солнечныхъ ударовъ передъ грозой, однако, не мѣшаетъ замѣтить слѣдующее: Лордъ Кельвинъ изъ цѣлаго ряда опытовъ нашелъ, что разность потенциаловъ между изолированной сучкою и землею (до высоты 2,7 м.) измѣняется съ высотой отъ 200 до 400 вольтъ, а когда дуетъ восточный или сѣверо-восточный бризъ,—достигаетъ даже 4.000 вольтъ. Опыты эти были произведены, при ясной погодѣ, а передъ грозой должны были бы наблюдаться еще болѣе разительные факты. Такиимъ образомъ, понятно, что въ тѣлѣ человѣческомъ, какъ проводникѣ, вслѣдствіе такой разности потенциаловъ между головой и ногами, должны явиться токи, которые могутъ оказывать очень серьезное дѣйствіе на организмъ, особенно въ моменты разряда (молнія).

**Разряды электрическаго скака.** Д-ръ д'Арсонваль сдѣлалъ интересныя наблюденія въ этомъ отношеніи. Для опыта онъ положилъ электрическаго скака въ плоскій сосудъ съ металлическимъ дномъ и налилъ туда морской воды, образовавшей слой въ 1 сант. толцины, котораго было вполне достаточно для дыханія животнаго. На спинные электрическіе органы скака, по обѣимъ сторонамъ хребта, были положены два оловянные листа, соединенные металлически между собой и съ однимъ борномъ регистрирующаго (записывающаго) и измѣрительнаго прибора, другой борнъ котораго соединялся съ металлическимъ дномъ сосуда.

Достаточно было слегка ущипнуть иницетомъ плавающее перо скака, чтобы получить въ образованной такимъ образомъ цѣпи рядъ разрядовъ 6—10, слѣдующихъ одинъ за другимъ черезъ  $\frac{1}{100}$  секунды приблизительно. Наибольшее напряженіе тока получалось при третьемъ разрядѣ, послѣ чего оно равномерно убывало до нуля. Токъ не мѣнялъ направленія; спинна скака постоянно оказывалась положительной, брюшная область отрицательной. Продолжительность разряда колебалась между  $\frac{1}{10}$  и  $\frac{2}{100}$  секунды при температурѣ 19° Ц.

Скаты въ 25—30 см. диаметромъ, сохранившіеся въ теченіе 8 дней въ бассейнѣ лабораторіи, давали напряжение отъ 8 до 17 вольтъ и силу тока отъ 1 до 7 амперъ.

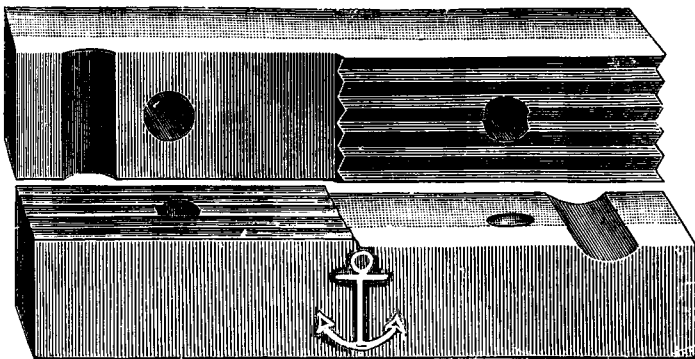
Д-ръ д'Арсонваль соединялъ три лампочки накаливанія на 4 вольта и 1 амперъ, располагая ихъ послѣдовательно и параллельно, съ оловянными листами, лежащими на электрическихъ органахъ скака, и съ дномъ сосуда и получалъ яркое накаливаніе лампочекъ, хотя, разумѣется, въ теченіе очень короткаго промежутка времени. Посылая токъ скака въ Румкорфову спираль, д-ръ д'Арсонваль заставлялъ ярко свѣтиться Гейслеровы трубки. Образова двѣ отдѣльныя цѣпи между каждымъ изъ спинныхъ органовъ и брюхомъ, и включая въ нихъ, по одной лампѣ, онъ получалъ одинаковое накаливаніе обѣихъ лампъ, что доказывало одинаковую силу обѣихъ электрическихъ органовъ. Послѣ 4—5 серій разрядовъ, повторенныхъ одна за другою, электрическіе органы утомлялись и работали все слабѣе и слабѣе. Если пользовались однимъ изъ спинныхъ органовъ, то другой остается вполне, такъ сказать, бодрымъ и работаетъ сильно.

Когда скака былъ въ покоѣ, то не наблюдалось никакой разности потенциаловъ между спинной и брюхомъ.

Д-ръ д'Арсонваль обнаружилъ еще незначительное нагреваніе электрическихъ органовъ во время ихъ ра-

боты и низкій звук (100 колебаній въ 1 сек.) въ нихъ, указывавшій на вибрацію въ органахъ. Кривая разрядовъ и кривая мышечныхъ сокращеній оказались тождественными. (Electricien № 240.)

**Новыя поддержки для электрическихъ проводовъ въ зданіяхъ.** Фиг. 20 представляетъ



Фиг. 20.

новую форму поддержекъ для комнатныхъ электрическихъ проводовъ, выдѣляемыхъ бостонской фирмой Anchor Electric Co. Благодаря бороздкамъ, провода задерживаются въ нихъ очень прочно, причемъ одинъ и тотъ же размѣръ поддержекъ пригоденъ для толстыхъ и тонкихъ проводовъ. Поддержки отличаются большою прочностію и, такъ какъ обѣ половинки одинаковы, то нѣтъ надобности подгонять ихъ. (The El. World.)

## БИБЛИОГРАФІЯ.

**М. Фарадей, его жизнь и научная дѣятельность.** Биографическій очеркъ Я. В. Абрамова. Ц. 25 коп. 78 стр. 1892 г. Спб.

**Эдисонъ и Морзе, ихъ жизнь и научно-практическая дѣятельность.** Два биограф. очерка А. В. Каменскаго. Ц. 25 коп. 80 стр. 1891 г. Спб.

Мы съ интересомъ прочли эти два выпуска „Жизни замѣчательныхъ людей“ Ф. Павленкова. Заключающіяся въ нихъ биографіи написаны авторами съ увлеченіемъ и интересомъ къ дѣлу. Въ первой читателю рассказываетъ исторія жизни умнаго мальчика, потомъ наборщика, служителя въ лабораторіи и, наконецъ, знаменитаго ученаго, открывшаго новую область явленій. Во второй—читатель знакомится съ необыкновенно кипучею дѣятельностію и безпредѣльною предпримчивостію американскаго практика-изобрѣтателя и съ удивительною исторіею изобрѣтенія телеграфа; эта исторія удивительна тѣмъ, что представляетъ рѣдкій примѣръ долговѣснаго настойчиваго преслѣдованія одной идеи, неотступающаго ни предъ какими препятствіями.

Авторы очевидно, стремились ознакомиться со спеціальными вопросами, касающимися содержанія биографіи, но во многихъ случаяхъ однако ими допущены значительныя неточности и даже ошибки. Въ биографіи Фарадея на стр. 28 оказывается, что Фарадей открылъ „индуктированное электричество, вызываемое дѣйствіемъ электрическихъ токовъ на замкнутые проводники“. Тутъ все неутѣрно. На стр. 36 снова рѣчь идетъ о томъ же вопросѣ, но говорится нѣсколько иначе: „Итакъ, былъ найденъ новый источникъ электрической энергіи помимо равнѣ известнаго—индукція, и новый видъ этой энергіи (!)—индукціонное электричество“. На стр. 41 утверждается, что лишь Фарадей могъ сомнѣваться въ тождествѣ электричества отъ тренія съ гальваническимъ и пр. „Для всякаго другого въ этомъ не могло бы быть сомнѣнія“. Между тѣмъ какъ именно было произведено много работъ, мною доказывающихъ различіе между этими „сортами“ электричества, и лишь

Фарадей, убѣжденный въ ихъ тождествѣ, предпринялъ доказать это опытами. На стр. 46 напрасно воззрѣніе Вольта на контактное электричество называется „страннымъ теоріею“. По этому воззрѣнію можетъ и не выходить, что „сила образуется изъ ничего“; его защищаетъ Г. Гельмгольцъ.

Основа всего Фарадеевскаго—ученія участіе среды во взаимодействіи между наэлектризованными тѣлами—очерчена крайне слабо (стр. 30, 47—48). Не только не отмѣчена философская глубина перелома въ ученіи объ электричествѣ и магнетизмѣ, внесеннаго Фарадеемъ, но отсутствуетъ и простое описаніе фактовъ. Слѣдующія строки выдаютъ полное незнакомство автора биографіи съ этимъ вопросомъ: „Въ 1836 и 1837 гг. Фарадей усиленно занимается вопросомъ о линіяхъ электрическаго дѣйствія,—вопросъ, который затѣмъ былъ оставленъ безъ вниманія до самаго послѣдняго времени, когда имъ занялся Герцъ... и т. д. Стр. 58 заключается въ себѣ ложное описаніе чуднаго опыта „намагниченія свѣта“. Выходитъ, что Фарадей отражалъ изображеніе пламени въ чечевицѣ изъ тяжелаго стекла.

Обращаясь къ биографіи Эдисона, мы можемъ отмѣтить, что на стр. 34 приписывается слишкомъ большое значеніе динамомашинѣ Эдисона. Существуетъ много динамомашинъ болѣе оригинальныхъ и остроумныхъ. Вообще, какъ это ни трудно, биографу Эдисона слѣдовало бы нѣсколько воздерживаться отъ излишней приподнятаго тона. Въ маленькой биографіи Морзе можно указать на неправильное воззрѣніе о телеграфномъ токѣ: „токъ уходилъ въ землю, но совершенна кругового движенія“ (стр. 60). На самомъ дѣлѣ токъ замыкается черезъ землю. Въ исторіи перваго трансатлантическаго кабеля главное мѣсто удѣляется Сайрсу Фильду, о Фильдомъ же Томсонъ, глубокія работы котораго впервые поставили вопросъ на неизлечимую почву, даже не упоминаются. В. Л.

**Physik von Balfour Stewart. Deutsche Ausgabe besorgt von E. Warburg, professor. Strassbourg, 1895. Физика Б. Стьюарта.** Нѣмецкое изд. проф. Е. Варбурга. Страсбургъ. Ц. около 40 коп.

Эта маленькая книжка, 172 стр. въ 16-ю долю, съ 48 рисунками, представляетъ собою одинъ изъ элементарныхъ учебниковъ, написанныхъ лучшими англійскими учеными (Роско, Стьюартъ, Локайеръ, Гексли, Фостеръ и т. д.) и переведенныхъ уже на нѣмецкій языкъ подъ компетентною редакціею.

Эти учебники предназначаются для начальной школы; авторы ставятъ себѣ цѣлью сперва направить дѣтскій умъ „на необычный для него путь, приводя его къ непосредственному соприкосновенію съ природою“. Для этой цѣли авторъ избираетъ рядъ простѣйшихъ опытовъ, которые учитель долженъ воспроизвести предъ учениками. „Такимъ образомъ возбуждается наблюдательность ученика, тогда какъ численная сторона явленій и точности въ понятіяхъ преподаются методическимъ родомъ вопросовъ и задачъ“. Этими вопросамъ и задачамъ посвящены 16 страницъ въ концѣ книги. На послѣднихъ трехъ страницахъ собраны цѣны вещей, нужныхъ для опытовъ.

Общая стоимость ихъ, по двумъ разрядамъ,—болѣе дешево и болѣе дорогому, оказывается около 70 руб. и около 140 руб.

Мы считаемъ совершенно излишнимъ касаться фактическаго содержанія учебника проф. Стьюарта; но замѣтимъ, что какъ бы хорошо оно ни было, учителю элементарной школы необходимо проникнуться основною идеею автора и преслѣдовать ее въ своемъ изложеніи; только тогда книжка раскроется для дѣтскаго ума, и физика не останется для учениковъ мертвою буквою. Такою основною идеею рецензируемаго учебника служитъ опытное начало.

Физика Стьюарта выдержала уже 5 изданій на своемъ родномъ языкѣ и широко распространена въ начальныхъ школахъ Англій и колоній. В. Л.

## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

**Роль электричества въ будущемъ.** Англичане, этотъ образцово-коммерческій народъ, много занимаются вопросомъ, что будетъ, когда ихъ каменноугольные копи истощатся и въ этомъ драгоценномъ горючемъ матеріалѣ будетъ ощущаться недостатокъ. „*Evening Standard*“ предлагаетъ себѣ вопросъ: упадетъ ли тогда промышленность Англіи? Доживутъ ли двѣ громаднѣйшія верфи на землѣ—Англія и Соединенные Штаты—до своего разоренія, когда послѣдній кусокъ угля будетъ сожженъ, что случится черезъ нѣсколько столѣтій? Изъ этой бѣды англичанъ должно выручить электричество, которое, кажется, воистинѣ успокаиваетъ ихъ. Къ тому времени электрическая энергія будетъ навѣрно передаваема на сотни миль. Всюду, гдѣ найдутся неиспользованные источники работы, какъ рѣчки, каскады, водопады, будутъ установлены динамомашинныя, которыя и будутъ разсылать электрическую энергію во всѣ стороны. Англія можетъ безъ боязни ждать того момента, когда изсякнутъ ея рудники, ибо необходимые для нея тепло и свѣтъ она добудетъ изъ источниковъ электрическаго тока, снабжаемыхъ энергіей отъ текущихъ водъ, морскихъ приливовъ и отливовъ, наконецъ предложенной, не осуществленной еще, утилизаціи тепловыхъ лучей солнца. (Electricien, № 250).

**Горныя желѣзные дороги въ Альпахъ.** Изъ пяти горныхъ линій, построенныхъ въ послѣднее время, одна имѣетъ капацный проводъ и кремальеру (линія Лаутербрунненъ), другая (линія Пилатъ)—кремальеру и паровыя локомотивы, третья—канатъ, безъ кремальеры, и электрическіе двигатели (линія Станзенгоръ), четвертая и пятая тоже электрическія, съ канатомъ и кремальерой (линія Сальваторъ и Бургенштокъ). Длины этихъ линій слѣдующія: Лаутербрунненъ—1,2 км., Пилатъ—4,5 км., Станзенгоръ—3,6 км., Сальваторъ—1,5 км., Бургенштокъ—0,8 км., подъемы соответственно: 675 м., 1625 м., 1400 м., 601 м., 440 м. На линіи Лаутербрунненъ подъемъ поѣздовъ производится тяжестью особыхъ вагоновъ, наполняемыхъ водою и скатывающихся внизъ и при движеніи поѣзда вверхъ. Предполагая вагоны одинаковой величины (на 36 пассажировъ), найдены слѣдующіе сравнительные результаты: при электрической тягѣ получилась экономія.

На стоимости сооруженія . . . . .	36%
„ „ эксплуатациіи . . . . .	35 до 64%
„ вѣсъ поѣзда . . . . .	40 „ 63%
„ цѣнѣ перевозки . . . . .	60 „ 100%

(Industrie électrique, № 80).

**Электричество, какъ движущая сила на шлюзахъ.** На шлюзахъ канала, соединяющаго городъ Амстердамъ съ Сѣвернымъ моремъ, были произведены опыты съ электрическимъ движеніемъ шлюзовыхъ воротъ и кабестановъ съ цѣлью опредѣлить точно потребную для этого работу. Электрическая энергія, доставлявшаяся нарочно для опытовъ построенной электрической станціей, передавалась къ шлюзамъ по воздушнымъ проводамъ и приводила къ дѣйствію два кабестана, развивавшихъ тягу въ 5.000 кгр. при 20 см./с., или 10.000 кгр. при 10 см./с. Добытые результаты были положены въ основу проекта электрической передачи на вновь построенныхъ громаднѣхъ шлюзахъ, длиной въ 200 м., шириной въ 25 м. и глубиной въ 9,2 м. ниже уровня моря при отливѣ.

Проектъ этихъ шлюзовъ, составленный инженерами фирмы Шуккертъ и Фиджъ, предлагаетъ сильную батарею аккумуляторовъ для обезпеченія работы шлюзовъ въ теченіе довольно долгаго времени, не прибѣгая къ динамо-машинамъ. (L'Industrie électrique, № 80).

**Золото моря.** Золото моря уже не новость такъ же, какъ доказательства возможности добыванія его. Золото существуетъ въ морѣ, хотя и въ очень небольшомъ количествѣ, въ формѣ весьма слабого раствора хлористаго золота. Нѣсколько лѣтъ назадъ одинъ датскій электротехникъ говорилъ объ установкѣ въ узкомъ морскомъ заливѣ большихъ металлическихъ пластинъ, предназначенныхъ для собиранія электролитическаго осадка золота. Въ послѣднее время *Клей Буллъ* предлагаетъ осаждать золото на мѣдныя амальгамированныя пластины посредствомъ желѣзныхъ анодовъ. Морская вода водится для этого въ особый каналъ, черезъ который она протекаетъ, оставляя свое золото. Само собой разумеется, что вода непрерывно должна возобновляться. Остается вопросомъ, сколько кубическихъ метровъ морской воды слѣдуетъ электролизовать для полученія 1 грамма золота, и не превысятъ ли расходы на полученіе электрическаго тока стоимости грамма золота, въ особенности, если прибавлять еще къ водѣ, по совѣту *Булла*, синеродистый патрій или щавелевую кислоту. (Electricien № 250).

**Изъ Европы въ Америку въ 3 дня.** „*Inventive Age*“ сообщаетъ, что недавно одинъ изобрѣтатель выставилъ въ Вашингтонѣ маленькую модель удивительнаго корабля, который позволитъ переправиться черезъ Атлантическій океанъ въ 3 дня. Локомотивъ Гейльмана, безъ сомнѣній, служилъ моделью для изобрѣтателя. Два движущихъ трехлопастныхъ вѣнча насажены на одну ось, причѣмъ разстояніе между ними равно двойному ихъ диаметру; задній вѣнчъ повернутъ такимъ образомъ, что его лопасти закрываютъ промежутки между лопастями передняго. Паровые двигатели будутъ употреблены для приведенія въ дѣйствіе динамомашинъ, которыя своимъ токомъ будутъ вращать электродвигатель для вѣнчовъ. Двигатель будетъ въ 100.000 лошадиныхъ силъ.

**Сигнализациія для повѣрки телеграфныхъ часовъ на Прусскихъ желѣзныхъ дорогахъ.** Въ телеграфномъ отдѣленіи Берлинскаго вокзала поставлены нормальные часы, регулируемые электрически отъ центральныхъ часовъ королевской обсерваторіи.

Эти нормальные часы даютъ ежедневно въ 8 ч. утра сигналы на всѣ телеграфныя станціи желѣзныхъ дорогъ, вѣрные до долей секунды, и такимъ образомъ является возможность всѣ часы телеграфныхъ станцій привести въ согласіе съ астрономическимъ временемъ.

**Немагнитный металлъ.**—Сталь, содержащая 12% марганца, бываетъ не магнитна. Этимъ свойствомъ можно пользоваться при устройствѣ многихъ электрическихъ приборовъ. (L'Eclairage Electrique).

**Выдѣлка лампъ накалыванія въ Соединенныхъ Штатахъ.**—По нью-йорк. *Electrical Review*, въ настоящее время въ Соединенныхъ Штатахъ больше двадцати заводовъ лампъ накалыванія, выдѣлывающихъ не меньше 30.000 лампъ въ день, т. е. 10—11 миллионъ лампъ въ годъ.

**Порча деревьевъ электричествомъ.** „*Chicago Record*“ обращаетъ вниманіе на тотъ фактъ, что деревья, черезъ листьву которыхъ проходили провода, несутъ токъ большой силы и напряженія (электрическое освѣщеніе, тяга) сохли и погибали. Увиданіе такихъ деревьевъ особенно было замѣтно послѣ дождей и вѣтряной погоды, когда черезъ вѣтви и стволы происходили значительныя отбѣвленія тока въ землю. „*Chicago Record*“ указываетъ, что нѣкоторые муниципалитеты уже жаловались на порчу деревьевъ электрическими проводами и считаютъ электрическія компании ответственными за причиненные нѣкоторымъ городамъ убытки. (Electricien, № 250).