

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Новая телефонная сѣть въ г. С.-Петербургѣ.

Статья инженера Н. А. Жданова.

I. Канализація.

Съ окончаніемъ концессіи телефонной компаніи Белля, петербургская телефонная сѣть перешла въ аренду къ Городскому Управленію, причемъ городъ обязался перестроить всю сѣть, а также и центральную телефонную станцію заново, съ примѣненіемъ всѣхъ современныхъ улучшеній и усовершенствованій телефонной техники.

Общей задачей, которую предстояло разрѣшить при проектированіи новой телефонной станціи, можно считать предоставленіе возможности обслуживать 40000 абонентовъ. Задавшись этимъ числомъ абонентовъ, правда очень спорнымъ, Городскому Телефонному Управленію и пришлось считаться съ трудностями выполненія этой задачи, какъ при сооруженіи сѣти, такъ и при устройствѣ новой центральной станціи.

При устройствѣ телефонной сѣти на 40000 абонентовъ, конечно, нельзя было и думать о воздушной системѣ проводки. Въ настоящее время старая телефонная станція имѣетъ 6000 абонентовъ. Но и при этомъ, сравнительно незначительномъ числѣ, многія улицы загромождены проводами, что не представляетъ, конечно, украшенія города. Затѣмъ часто случающіеся обрывы проводовъ, а въ особенности губительный гололедъ, иногда срывающій цѣлыя линіи вмѣстѣ со стойками, заставляютъ поискать другихъ способовъ проводки. Не маловажную роль играетъ также и требованіе новѣйшей техники устраивать двухпроводную систему во избѣжаніе шума въ проводахъ отъ разныхъ причинъ, напримѣръ, отъ индукціи, трамвайныхъ и земляныхъ токовъ и проч.

На основаніи вышеприведенныхъ причинъ рѣшено было остановиться на подземной канализаціи съ обратными проводами.

Но съ другой стороны для чисто подземной канализаціи требуются и подземные вводы къ абонентамъ, что только при достаточной группировкѣ абонентовъ въ небольшихъ районахъ представляетъ преимущество во смыслѣ затратъ. При разбросанности же абонентовъ и при не-

шомъ ихъ числѣ подземный вводъ къ абонентамъ представляется уже невыгоднымъ.

Выходомъ изъ этого затрудненія является смѣшанная система телефонной сѣти, состоящая въ томъ, что главные магистральные провода на большое число абонентовъ устраиваются подземными, затѣмъ часть отвѣтственныхъ въ скученныхъ мѣстностяхъ дѣлается тоже подземной, а въ районахъ съ малымъ и разбросаннымъ числомъ абонентовъ отъ подземныхъ проводовъ дѣлаются воздушные отводы и отъ нихъ уже къ абонентамъ идутъ воздушные провода обыкновеннымъ образомъ на стойкахъ по крышамъ домовъ или по столбамъ. Такъ какъ система сѣти въ Петербургѣ принята съ обратнымъ проводомъ, то къ каждому абоненту при этой системѣ должны подойти два провода—прямой и обратный.

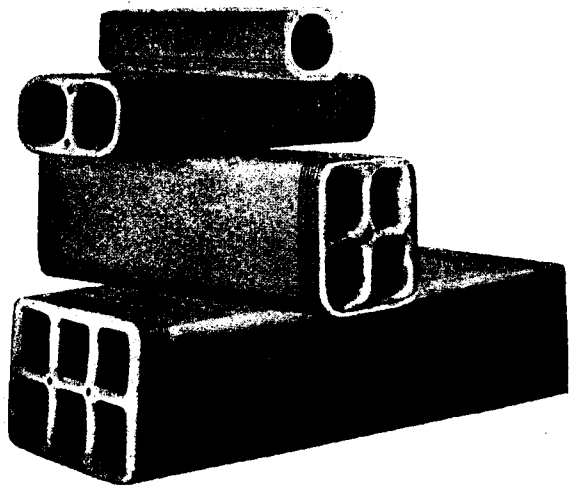
При устройствѣ подземной канализаціи для сильныхъ токовъ обыкновенно примѣняются самые простые способы. Большею частью дѣло ограничивается вырытіемъ неглубокой траншеи въ 0,7—1,0 метра глубиной и закладкой въ эти траншеи прямо въ землю бронированныхъ и асфальтированныхъ кабелей. Въ телефонномъ дѣлѣ возможно примѣнить совершенно такой же способъ прокладки телефонныхъ кабелей, приготовляемыхъ тоже бронированными и асфальтированными. Но при большихъ сѣтяхъ такой способъ является уже неудобнымъ, вслѣдствіе того, что телефонные абоненты и по числу и по своей подвижности во много разъ превосходятъ абонентовъ, наприим., на электрическое освѣщеніе. Вслѣдствіе этого, первоначально построенная телефонная сѣть возрастаетъ и измѣняется гораздо быстрее, чѣмъ сѣть освѣтительная, а отъ этихъ измѣненій происходитъ быстрое и неравномерное заполненіе первоначально построенной сѣти и является необходимость въ прокладкѣ новыхъ телефонныхъ кабелей. Еслибы телефонные кабели укладывались прямо въ землю, то при новой прокладкѣ пришлось бы вновь рыть траншеи и загромождать улицы рабочимъ матеріаломъ, что во-первыхъ и неудобно, а во-вторыхъ и стоитъ часто дороже, чѣмъ устройство трубчатой канализаціи, позволяющей протягивать черезъ трубы кабели съ большимъ удобствомъ и безъ особен-

канализацию, представляется возможным производить под землей, смотря по надобности, различныя переключенія, находить поврежденія и мѣнять испорченные кабели, не тревожа исправныхъ кабелей, устраивать новыя мелкія отвѣтвленія, смотря по надобности и проч.

На основаніи вышесказаннаго, трубчатая канализация для телефонныхъ сѣтей обыкновенно предпочитается, причемъ число трубъ выбирается съ большимъ запасомъ на будущее развитие, чтобы была полная возможность и въ далекомъ будущемъ по желанію расширить подземную сѣть. Поэтому и для петербургской сѣти была принята трубчатая канализация.

Остановившись на подземной системѣ трубчатой канализации, пришлось затѣмъ изъ разнообразныхъ конструкцій ея выбрать наиболѣе цѣлесообразную. Подземныхъ канализаций существуетъ множество системъ и почти всѣ онѣ предлагались и для петербургской сѣти. Но права гражданства получили собственно двѣ изъ нихъ—это система шведскаго изобрѣтателя Гультмана и такъ называемая американская.

Система Гультмана примѣнена во многихъ городахъ Германіи, а также и у насъ въ Кіевѣ, Москвѣ, Варшавѣ и Одессѣ. Она состоитъ въ укладкѣ на особыхъ цементныхъ подкладкахъ



Фиг. 1.

цементныхъ глыбъ, внутри которыхъ сдѣланы круглыя каналы. Описаніе этой системы можно найти въ «Е. Т. З.» 1903, № 5. Другая система, американская, заключается въ слѣдующемъ: изъ хорошей глины особо прочнаго состава готовятся керамиковыя трубы квадратнаго сѣченія. Сторона квадрата внутри этихъ трубъ можетъ быть приготовлена по желанію, но такъ какъ въ настоящее время діаметръ самыхъ толстыхъ телефонныхъ кабелей не превосходитъ 75 мм., то сторону квадрата внутренняго сѣченія трубъ достаточно взять въ 90 мм., или нѣсколько больше. Керамиковыя трубы берутся или ординарныя, или двойныя (фиг. 2). Въ

можно также примѣнять тройки, четверки и даже шестерки, но при такихъ сложныхъ трубахъ затрудняется пригонка ихъ другъ къ другу. Вслѣдствіе обычной въ керамиковомъ производствѣ неправильности трубъ, при пригонкѣ, напримеръ, шестерокъ, часто невозможно пригнать всѣ трубы двухъ шестерокъ съ желаемой точностью. Такимъ образомъ самая лучшая пригонка удалась бы только въ томъ случаѣ, если бы взяты были ординарныя трубы. Однако, ординарныя трубы не могутъ при укладкѣ перевязываться въ поперечномъ направленіи при прямоугольномъ сѣченіи канализации. Поэтому необходимо вмѣстѣ съ ними еще примѣнять и двойныя трубы, тѣмъ болѣе, что у двойныхъ трубъ есть возможность устроить особаго рода шпильки (желѣзныя), которыя дѣлаютъ соединеніе трубъ болѣе прочнымъ, чего у одиночекъ сдѣлать нельзя.

При сравненіи обѣихъ системъ, Гультмана и американской, выясняется, что керамиковыя трубы представляютъ гораздо меньше тренія при протаскиваніи кабелей, хотя устройство канализации изъ нихъ дороже, чѣмъ изъ цементныхъ трубъ Гультмана. Ниже приводится сравнительная таблица стоимости прокладки трубъ Гультмана по кіевскимъ цѣнамъ и американской по петербургскимъ цѣнамъ.

Такъ какъ телефонный кабель въ канализации представляетъ наиболѣе цѣнный предметъ всего устройства, то конечно желательно было остановиться именно на канализации изъ керамиковыхъ глазурированныхъ внутри трубъ, какъ представляющихъ меньше шансовъ къ порчѣ кабелей при протягиваніи и вытягиваніи обратно. Затѣмъ керамиковыя трубы позволяютъ устраивать канализацию въ какое угодно число отверстій, тогда какъ самыя мощныя цементныя глыбы имѣютъ 37 отверстій, а при числѣ отверстій болѣе 37 необходимо строить двѣ параллельныя линіи. На основаніи всего вышесказаннаго для Петербурга была принята канализация изъ керамиковыхъ трубъ въ одно и въ два отверстия.

Остановимся подробнѣе на этихъ трубахъ, такъ какъ, по моему убѣжденію, онѣ въ будущемъ должны будутъ сыграть большую роль и въ провинціальныхъ городахъ. Тамъ при помощи керамиковыхъ трубъ имѣется возможность спрятать въ землю главныя линіи телефонныхъ проводовъ, тянущихся обыкновенно по столбамъ. Въ особенности это имѣетъ мѣсто въ тѣхъ городахъ, въ которыхъ построены воздушныя сѣти сильнаго тока и трамваи. Масса неприятностей, происходящихъ отъ столкновенія проводовъ слабого и сильнаго тока, можетъ отпасть, если главныя телефонныя сѣти будутъ проложены подъ землей въ керамиковыхъ трубахъ. Для провинціальныхъ городовъ канализация достаточна въ 2 или 4 трубы, что уже позволяетъ уложить проводовъ на 1600 абонентовъ.

Керамиковыя трубы для петербургской кана-

СИСТЕМА ГУЛЬТМАНА.				АМЕРИКАНСКАЯ СИСТЕМА.			
Число отверстий.	Стоимость метра глубь.	Стоимость подкладок.	Стоимость монтажных без черной работы.	Число отверстий.	Стоимость метра трубъ.	Стоимость ра- боты и бетона съ чернорабо- чины.	ИТОГО.
	Руб.	Руб.			Руб.		
3	2.25	3.00	0.50	3	1.80	8.80	10.60
—	—	—	—	4	2.40	9.10	11.50
7	4.50	5.75	0.75	6	3.60	11.70	14.30
—	—	—	—	8	4.80	13.00	17.80
—	—	—	—	9	5.40	13.15	18.55
13	7.75	9.75	1.25	12	7.20	15.55	22.75
—	—	—	—	15	9.00	19.45	28.45
—	—	—	—	16	9.60	20.70	30.30
19	10.00	12.50	1.50	18	10.80	20.85	31.65
—	—	—	—	20	12.00	23.15	35.15
—	—	—	—	24	14.40	23.30	37.70
—	—	—	—	28	16.80	27.15	43.95
31	13.75	17.25	2.00	32	19.20	31.05	50.25
37	15.00	18.25	2.00	36	21.60	34.90	56.50
—	—	—	—	40	24.00	34.95	58.95
—	—	—	—	54	32.40	40.10	72.50

Примеч. Цена трубъ за метръ двойныхъ 1.20 руб., одинарныхъ 0.60 руб.

лизации были взяты только одиночки и двойки. Длина одиночекъ 455 мм. и двойниковъ 610 мм. сторона внѣшняго квадрата одиночекъ—128, а двойники по внѣшнему периметру имѣютъ размѣры 128×245. Въ двойникахъ въ средней стѣнкѣ сдѣланы два отверстия по 12 мм. для закладки въ нихъ желѣзныхъ шпилекъ. Одиночки такихъ шпилекъ не имѣютъ. Внѣшняя поверхность одиночекъ нѣсколько рифлена вдоль трубы, а у двойныхъ трубъ сдѣланы такія же рифленныя поверхности поперекъ трубъ на концахъ. Сторона внутренняго квадрата была взята въ 92 мм., такъ какъ самые толстые кабели петербургской сѣти имѣютъ діаметръ 74—76 мм. Тѣ и другія трубы, кромѣ желѣзныхъ шпилекъ не имѣютъ никакихъ пазовъ. Поэтому въ случаѣ неправильнаго стыка могъ бы образоваться выступъ края одной трубы надъ другой. Для избѣжанія этого, отверстия въ трубахъ сдѣланы съ легкимъ раструбомъ и острые края нѣсколько закатаны.

Для укладки керамиковыхъ трубъ вырываютъ канаву соотвѣтственной ширины и глубины, и затѣмъ по утрамбованному и выравненному дну канавы насыпаютъ слой песка толщиной въ 10 см. изъ одной части порландскаго цемента, 3 частей песку и 5 частей гравья довольно крупнаго, но не болѣе 5 см. въ кускѣ. Бетонъ трамбуется и затѣмъ по нему укладываютъ на цементномъ растворѣ керамиковыя трубы. Самая укладка трубъ представляетъ кропотливую и отвѣтственную работу. Дѣло въ томъ, что керамиковыя трубы невозможно плотно пригнать въ стыкахъ: между трубами остаются болѣе или менѣе значительныя щели, въ которыя при дальнейшей укладкѣ трубъ затекаетъ цементный растворъ, а вслѣдствіе этого внутри трубъ образуются цементныя потеки въ видѣ сосулекъ, притомъ очень твердые. Поэтому является необходимость передъ укладкой трубъ обезопасить ихъ стыки такимъ образомъ, чтобы цементъ черезъ нихъ не затекалъ. Для этого каждый стыкъ обертываютъ марлей, которую предварительно смазываютъ, при помощи кисти, растворомъ чистаго цемента. Работа эта должна быть произведена очень тщательно, цементъ долженъ быть разведенъ не густо (тогда онъ трудно намазывается).

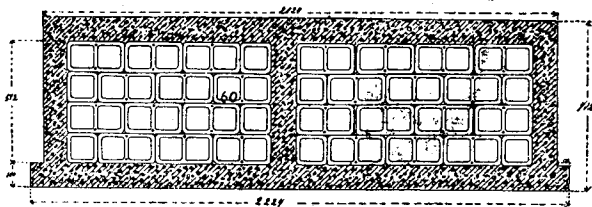
который тоже утрамбовывается; на этотъ слой песку насыпаютъ слой бетона толщиной въ 10 см. изъ одной части порландскаго цемента, 3 частей песку и 5 частей гравья довольно крупнаго, но не болѣе 5 см. въ кускѣ. Бетонъ трамбуется и затѣмъ по нему укладываютъ на цементномъ растворѣ керамиковыя трубы. Самая укладка трубъ представляетъ кропотливую и отвѣтственную работу. Дѣло въ томъ, что керамиковыя трубы невозможно плотно пригнать въ стыкахъ: между трубами остаются болѣе или менѣе значительныя щели, въ которыя при дальнейшей укладкѣ трубъ затекаетъ цементный растворъ, а вслѣдствіе этого внутри трубъ образуются цементныя потеки въ видѣ сосулекъ, притомъ очень твердые. Поэтому является необходимость передъ укладкой трубъ обезопасить ихъ стыки такимъ образомъ, чтобы цементъ черезъ нихъ не затекалъ. Для этого каждый стыкъ обертываютъ марлей, которую предварительно смазываютъ, при помощи кисти, растворомъ чистаго цемента. Работа эта должна быть произведена очень тщательно, цементъ долженъ быть разведенъ не густо (тогда онъ трудно намазывается).

ко (жидкій растворъ просачивается сквозь клѣтки марли и цѣль не достигается), а на столько, чтобы онъ смогъ залить сѣтку марли, не протекая сквозь нее.

Обернутые такой марлей стыки послѣ высыхания предохраняютъ трубы отъ внутреннихъ потеконъ при дальнѣйшей кладкѣ. Второе обстоятельство, на которое должно быть обращено вниманіе при укладкѣ трубъ, это тщательная провѣрка стыковъ. Для этой цѣли употребляется деревянный шаблонъ-цилиндръ на длинной палкѣ, метра въ два, которымъ пробуютъ при укладкѣ трубы, можетъ ли этотъ шаблонъ пройти черезъ трубы. Если шаблонъ проходитъ черезъ нѣсколько трубъ, то линія считается хорошо проложенной.

Необходимо также имѣть строгое наблюденіе за рабочими при этой работѣ, чтобы по небрежности или злонамѣренности не были оставлены въ трубахъ посторонніе предметы. Поэтому слѣдуетъ принять за правило провѣрять канализацию тотчасъ по укладкѣ трубъ, пока онѣ не зацѣпаны въ бетонъ и не засыпаны.

Когда трубы уложены и залиты цементомъ (1:3), устраиваютъ вдоль линіи съ той и другой стороны деревянные стѣнки на разстояніи 10 см. отъ трубъ и въ промежутки между этими стѣнками и трубами набиваютъ бетонъ, засыпая имъ трубы также и сверху на ту же толщину. Такимъ образомъ керамиковыя трубы оказываются



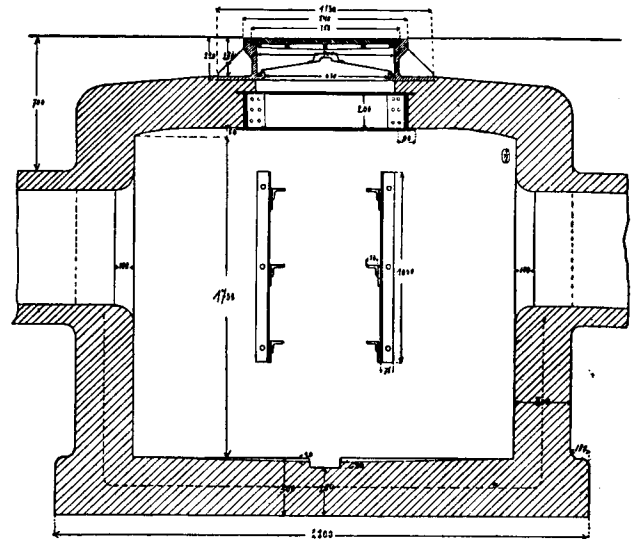
Фиг. 2.

забетоненными въ прямоугольную бетонную трубу, какъ это видно на фиг. 2. На этомъ чертежѣ представлена канализація въ 60 желобовъ—самая мощная изъ построенныхъ въ Петербургѣ. Канализація съ меньшимъ числомъ отверстій устраивается точно также, комбинируя требуемое число отверстій желаемымъ образомъ. Слѣдуетъ только наблюдать, чтобы всегда была перевязка.

При прокладкѣ трубъ, во избѣжаніе скопленія въ нихъ воды, имъ даютъ нѣкоторый уклонъ, до 5 тысячныхъ, въ обѣ или въ одну сторону.

Какъ и всякую канализацію, такъ и керамиковую, необходимо черезъ нѣкоторую длину прерывать подземными колодцами. Эти колодцы необходимо устраивать во-первыхъ на перекрещивающихся магистральныхъ, а во-вторыхъ на длинныхъ участкахъ. Такъ какъ крупныя телефонныя кабели (въ 400 парныхъ жилъ) не изготовляются длиннѣе 180 метровъ, то и канализаціонныя участки не должны быть длиннѣе 180 м

Колодцы служатъ разнообразнымъ цѣлямъ: при помощи ихъ кабели могутъ мѣнять направленіе, черезъ нихъ кабели втягиваются въ канализацію, отдѣльные куски кабелей удобно соединяются въ колодцахъ, кабели могутъ быть развѣтвлены и выйти отводами къ распределительнымъ пунктамъ. Наконецъ, въ колодцы стекаетъ вода, накопляющаяся въ трубахъ, для чего трубамъ даютъ по направленію къ колодцамъ уклонъ до 5 тысячныхъ. Легкіе изгибы канализаціи съ ра-



Фиг. 3.

діусомъ кривизны болѣе 40 метровъ вполне возможно устраивать безъ прерыва колодцами.

Канализаціонныя колодцы петербургской сѣти устроены изъ бетона того же состава, какъ и для канализаціи, но стѣнки взяты толщиною 300 мм. Фиг. 3 представляетъ планъ и разрѣзъ такого колодца. Сверху колодець прикрытъ чугунной крышкою, рама которой покоится на двутавровыхъ балкахъ № 20. Отверстіе крышки въ 700 мм. необходимо для удобнаго протаскивания кабелей. Въ мѣстахъ, гдѣ, по раскопкѣ ямы

для колодца, оказывалась вода, въ массивъ бетона вставленъ желѣзный кожухъ изъ листового желѣза, для предупрежденія просачиванія воды черезъ дно и стѣнки колодца. Этотъ кожухъ на чертежѣ обозначенъ пунктиромъ.

Канализаціонныя трубы уложены на глубинѣ не менѣе 700 мм. отъ верхней плоскости бетона до поверхности земли. Въ исключительныхъ только случаяхъ, напримѣръ, при переходѣ черезъ другія канализаціи, въ особенности сточныя, приходится допускать глубину заложенія въ 500 мм.



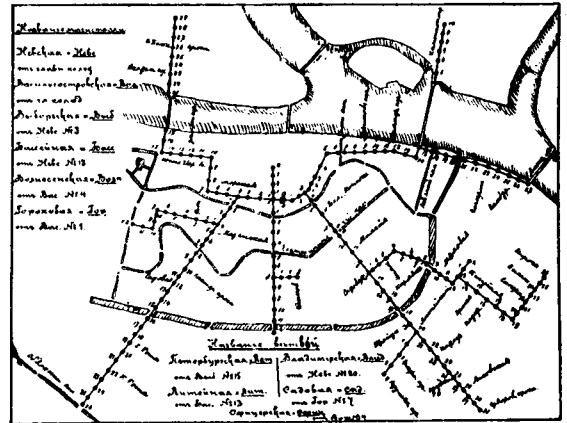
Фиг. 4.

Ось канализаціи по возможности дѣлается прямой. Но легкія закругленія съ радиусомъ кривизны не менѣе 40 м. могутъ быть совершенно свободно допущены. На фиг. 4 представлена канализація по Невскому проспекту отъ Большой Морской до р. Мойки съ кривой осью.

Размѣры колодцевъ были приняты въ двухъ видахъ: для линій небольшого сѣченія малые и для сильныхъ линій—нѣсколько больше. На фиг. 3 панесены размѣры большого колодца, удобнаго по своей величинѣ. Для очень сильныхъ канализаціонныхъ линій отъ 30 до 60 трубъ, требуются колодцы большей величины.

Изъ вышеописанныхъ колодцевъ и керамиковыхъ трубъ и состоитъ вся петербургская канализація. При проектированіи ея было принято за основаніе 40000 абонентовъ, которыхъ канализація должна соединять съ центральной станціей подъ землей при помощи телефонныхъ кабелей. Хотя число абонентовъ въ первые года не будетъ такимъ большимъ, однако канализація построена на полное предполагаемое число абонентовъ, такъ какъ добавленіе вносльдствіе новыхъ трубъ, во-первыхъ, удорожило бы общую стоимость постройки, а во-вторыхъ была бы нарушена одна изъ цѣлей постройки такой канализаціи, а именно дать возможность прокладывать новые телефонные кабели или мѣнять ихъ, не разрывая улицъ.

На прилагаемомъ чертежѣ (фиг. 5) схематически представлена сѣтъ петербургской подзем-



Фиг. 5.

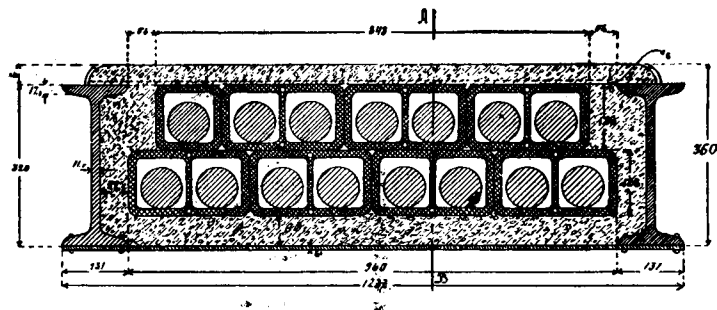
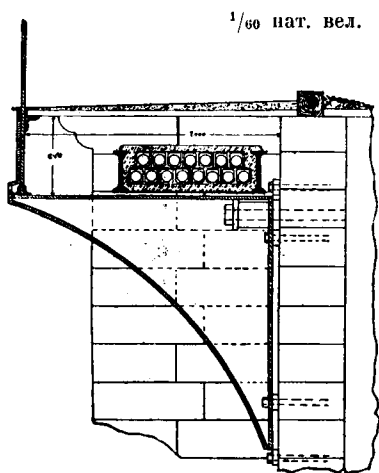
ной канализаціи. Какъ видно изъ схемы (фиг. 5), вся канализація состоитъ изъ пяти магистралей, изъ которыхъ три идутъ по тремъ главнымъ улицамъ—Гороховой (въ серединѣ плана), Невскому проспекту (направо) и Вознесенскому проспекту (налѣво), а остальные двѣ переходятъ черезъ Неву, одна—черезъ Николаевскій мостъ на Вас. Островъ, а другая, пройдя по Милліонной и Французской набережной, переходитъ отвѣтвленіемъ черезъ Троицкій мостъ на Петербургскую сторону, а въ концѣ—черезъ Литейный мостъ—на Выборгскую. Затѣмъ отъ главныхъ магистралей устроено нѣсколько боковыхъ вѣтвей по Бассейной, Знаменской, Садовой, Офицерской и Владимірскому проспекту. Центральная станція, куда сходятся всѣ магистрали, находится на Морской между Гороховой и Кирпичнымъ пер. Вся канализація раздѣляется на два района: западный и восточный. Изъ центральной станціи къ западному району направляются 56 трубъ, кончающихся въ разныхъ мѣстахъ, такъ что до самыхъ отдаленныхъ пунктовъ доходить не менѣе 4 трубъ. По восточному же району расходится 60 трубъ.

лизации представили переходы ея черезъ мосты. Петербургскіе мосты, въ особенности черезъ каналы, очень низки, поэтому не представляется возможности устраивать какія либо сооруженія подь мостомъ. Канализация могла быть построена лишь въ толщѣ насыпи надь сводомъ, что во многихъ случаяхъ оказывалось невозможно сдѣлать иначе, какъ проложивъ канализацию въ одинъ рядъ или совершенно отказавшись отъ керамиковыхъ трубъ. Поэтому на нѣкоторыхъ мостахъ пришлось устроить канализацию безъ трубъ изъ бетона или изъ желѣзныхъ двутавровыхъ балокъ съ перекрытіемъ канала листовымъ котельнымъ или волнистымъ желѣзомъ и замощеніемъ сверху булыжникомъ по слою песку. Нѣкоторую оригинальность представляетъ канализация изъ керамиковыхъ трубъ между двутавровыми бал-

провѣрена при помощи протаскиванія шаблона, т. е. желѣзнаго цилиндра діаметромъ 86 мм. и длиной 600 мм. При этомъ шаблонъ протаскивался обязательно взадъ и впередъ.

По истеченіи года своего существованія канализация оказалась достаточно удовлетворительной. Только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ колодцы заполнялись водой до нѣкоторой высоты. Хотя вода особеннаго вреда для телефонныхъ кабелей и не представляетъ и даже существуютъ кабельныя сѣти, находящіяся непосредственно въ водѣ, но тѣмъ не менѣе нынѣшнимъ мѣтомъ были приняты всевозможныя мѣры къ устраненію этихъ недостатковъ. Насколько эти мѣры успѣшны, покажетъ будущее.

Кромѣ воды, какъ особенно неприятное и опасное явленіе, представляетъ свѣтильный газъ, проникающій въ трубы. Утечка изъ газовыхъ трубъ всегда существуетъ и такъ какъ газъ находится подь достаточнымъ давленіемъ, то онъ



Прокладка кабелей по Симоновскому мосту ($\frac{1}{15}$ нат. вел.).

Фиг. 6.

ками (фиг. 6), выполненная при переходѣ чрезъ Симоновскій мостъ, по проекту г. Константинова.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ кабели проложены подь деревянной панелью въ деревянномъ желобѣ.

При сильномъ поперечномъ сѣченіи канализации колодцы для нихъ поставлены увеличеннаго размѣра, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ неправильной формы, напримѣръ, въ видѣ треугольника съ закругленными углами. Центральный же колодецъ сдѣланъ особеннымъ образомъ. Въ сущности онъ представляетъ шахту, изъ которой идетъ штольня къ зданію центральной станціи и, пройдя черезъ фундаментъ этого зданія, переходитъ въ подвальное помѣщеніе для кабелей (фиг. 7). Весь колодецъ и штольня перекрыты по двутавровымъ балкамъ желѣзобетономъ и затѣмъ торцовой мостовой. Во избѣжаніе просачиванія воды въ центральный колодецъ, стѣнки его на половину высоты выложены кирпичемъ на асфальтѣ, а въ бетонное дно заложено листовое желѣзо и сверху наложено такой же слой асфальта. Все сооруженіе солидно. Построено оно по проекту инженера сѣти г. Иллинга. Пройти въ него можно изъ зданія станціи, причемъ все помѣщеніе освѣщается электричествомъ.

Послѣ постройки канализация она вся была

проникаетъ въ почву и понемногу выходитъ на воздухъ. Керамиковыя трубы и бетонныя колодцы являются для газа прекраснымъ дренажемъ и при сильной утечкѣ газъ накапливается въ телефонной канализации въ большомъ количествѣ, а такъ какъ здѣсь онъ смѣшивается съ воздухомъ, то при сообщеніи съ огнемъ даетъ взрывъ. Въ петербургской канализации такихъ взрывовъ было три и одинъ особенно сильный, такъ что два рабочихъ, бывшихъ въ это время въ колодцѣ и закуривавшихъ папироску, пострадали довольно сильно.

Предотвратить присутствіе газа довольно трудно, такъ какъ нельзя избѣжать утечки газа, но во всякомъ случаѣ при болѣе тщательной постановкѣ газовыхъ трубъ разрушительныя дѣйствія взрывовъ уменьшается. Газовое общество очень охотно предпринимало перекладку трубъ въ этихъ случаяхъ, а затѣмъ и рабочіе, испытавъ на себѣ дѣйствіе взрывовъ, теперь уже вѣрятъ въ опасность закуриванія въ тѣхъ колодцахъ, гдѣ пахнетъ газомъ.

Что же касается прочности канализации, то относительно этого были сдѣланы испытанія трубъ русскаго и американскаго производствъ въ механической лабораторіи Института Инжене-

ровъ Путей Сообщенія. Эти испытанія дали слѣдующіе результаты:

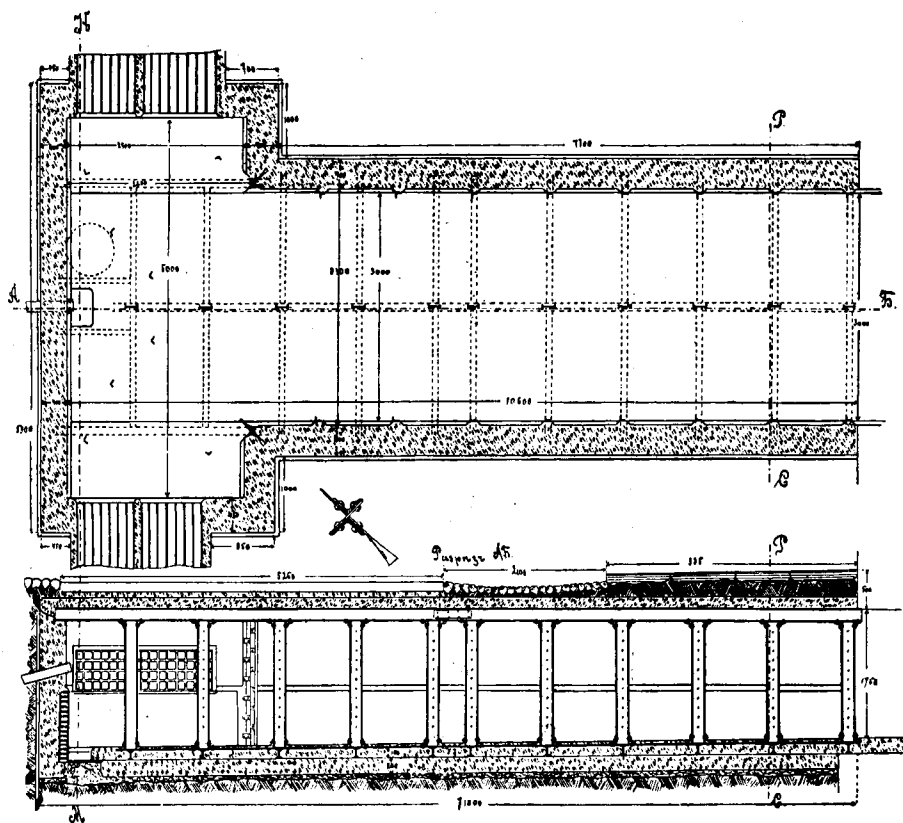
Испытаніе матеріала. Вырѣзанные изъ трубъ кубики испытывались на раздавливаніе. Въ среднемъ кубики Боровичскаго завода выдерживали давленіе въ 512 кгр. на кв. см., американскаго производства—отъ 501 до 668.

Испытаніе на внутреннее гидравлическое давленіе. Русскія трубы одиночки выдерживали отъ 8 до 10 атм., двойныя—отъ 3 до 3¹/₂ атм., американскія двойныя отъ 3 до 4²/₃ атм.

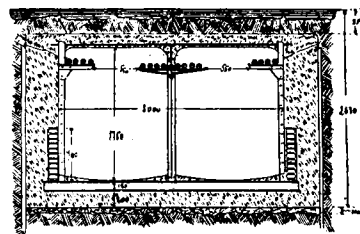
Испытаніе цѣлыхъ трубъ на раздавливаніе. Для испытанія бралась половина трубы и двѣ плоскости ея, верхняя и нижняя

лики и русскія трубы можно считать вполне годнымъ матеріаломъ для канализаціи.

Устройство всей канализаціи было отдано городской управой съ торговъ американскому инженеру Дж. Кэммингсу (представитель American Vitriified Conduit Co) съ тѣмъ, чтобы часть трубъ была доставлена Кэммингсомъ изъ Америки, а другую часть, въ видѣ поощренія отечественнаго производства, было поручено изготовить Боровичскому заводу, какъ уже выше было сказано; тѣ и другія трубы оказались почти одинаковаго качества, такъ что Россія можетъ обходиться и безъ того, чтобы возить глину изъ Америки, хотя бы въ видѣ керамиковыхъ трубъ. Затѣмъ, въ началѣ Кэммингсъ приступилъ было самъ къ



Разрѣзъ по РС.



Фиг. 7. Шахта для ввода кабелей въ зданіе Телефонной станціи.

пришлифовывались для плотнаго прилеганія прессы. Трубы выдерживали давленіе до первой третины: русскія одиночки отъ 950 до 1200 кгр., двойныя—отъ 5 до 7 тоннъ, американскія двойныя отъ 9 до 9¹/₂ тоннъ.

Испытаніе на впитываніе влаги. Послѣ того, какъ просушенныя трубы пробыли 24 часа въ водѣ и затѣмъ были вынуты, обтерты и взвѣшены, оказалось, что русскія трубы впитывали влаги до 4%, американскія въ среднемъ до 6,2%.

Вообще американскія трубы по выдѣлкѣ лучше, хотя матеріалъ ихъ нѣсколько хуже, прочность устройства больше, прочность же матеріала меньше. Но эти отличія не такъ уже ве-

производству работъ, но по незнанію русскаго языка и русскихъ рабочихъ сдалъ всю работу русскому военному инженеру г. Балбашевскому. Работу исполняли, подъ наблюденіемъ г. Балбашевскаго и его помощниковъ студентовъ Электротехническаго института, подрядчикъ Ивановъ. Послѣдній ставилъ на работы самыхъ обыкновенныхъ каменщиковъ и землекоповъ. Такимъ образомъ, вся постройка была выполнена русскими техническими силами, русскими рабочими и изъ русскихъ матеріаловъ, за исключеніемъ части трубъ, привезенныхъ изъ Америки.

Н. А. Ждановъ.

Производство желѣза и стали при помощи электричества.

Статья А. Нейбургера *).

Попытки получения желѣза и стали электрическимъ путемъ начали производиться еще въ 70-хъ годахъ прошлаго столѣтія и съ тѣхъ поръ продолжались непрерывно, но первые дѣйствительно въ общемъ успѣшные результаты были достигнуты лишь около трехъ лѣтъ тому назадъ. 1900 годъ означаетъ собой поворотный пунктъ въ развитіи электрометаллургии желѣза. Въ этомъ году было пущено въ ходъ нѣсколько установокъ, которыя работаютъ съ почти неожиданнымъ успѣхомъ: получаемый въ нихъ продуктъ не только отличается своей чистотой, но, при благоприятныхъ мѣстныхъ условіяхъ, также дешевой, иногда прямо поразительной. Такимъ образомъ и здѣсь вполнѣ сказываются тѣ преимущества, которыя электротермическіе и электрохимическіе методы вообще представляютъ предъ чисто химическими.

Способы, служащіе для получения электрическимъ путемъ желѣза и стали, а также различныхъ сплавовъ желѣза, почти все очень просты. Если тѣмъ не менѣе потребовалось столько времени, чтобы придать имъ удовлетворяющую требованіямъ практики форму, то виной этому слѣдуетъ считать одну важную ошибку, допущенную почти всеми изобрѣтателями періода до 1900 года и имѣвшую своимъ послѣдствіемъ получение продукта въ очень нечистомъ видѣ и по дорогой цѣнѣ. Эта ошибка заключалась въ томъ, что выплавленные изъ руды продукты оставались слишкомъ долго между электродами; вслѣдствіе этого съ одной стороны возрастало электрическое сопротивленіе и вмѣстѣ съ нимъ, конечно, увеличивались эксплуатационные расходы; съ другой стороны, готовое уже желѣзо имѣло время растворять въ себѣ углеродъ электродовъ и обогащаться имъ. Такъ какъ не было средства, чтобы какъ нибудь регулировать количество раствореннаго углерода, то не удавалось измѣнять и качество продукта, и рациональная работа по всемъ этимъ способамъ была невозможна. Но какъ только былъ обнаруженъ источникъ ошибокъ, положеніе дѣла сразу измѣнилось. Въ основѣ всѣхъ работающих въ настоящее время способовъ лежитъ принципъ возможно быстрого удаленія выплавленнаго желѣза и его сплавовъ, а также, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ они образуются, шлаковъ, изъ области электродовъ: благодаря этому уменьшается требуемое напряженіе тока и получается продуктъ съ очень малымъ содержаніемъ углерода.

Съ 1900 года электрометаллургия желѣза сдѣлала быстрые успѣхи. Въ настоящее время въ Европѣ находится въ работѣ около семи установокъ, производящихъ желѣзо и сталь электрическимъ путемъ. Нѣсколько такихъ установокъ имѣется въ Америкѣ, между прочимъ, двѣ въ Чили—странѣ, которая въ виду своихъ рудныхъ и водныхъ условій представляетъ особенно благоприятное поле для примѣненія электрометаллургическихъ процессовъ. Такимъ образомъ въ общемъ на земномъ шарѣ уже существуетъ около дюжины электрическихъ желѣзодѣлательныхъ заводовъ, и строится еще рядъ дальнѣйшихъ.

Пионерами электрометаллургии желѣза и стали слѣдуетъ назвать Эрнесто Стассано въ Римѣ и доктора инженерныхъ наукъ Геру, который отмѣчаетъ 12 декабря 1900 года, какъ день рожденія электрическаго производства желѣза, такъ какъ въ этотъ день онъ нагрузилъ первый вагонъ стали, выплавленной при помощи электричества. Около этого же

времени получилъ свой первый удовлетворительный продуктъ и Стассано. Однако въ Газинге электрическая сталь была получена уже 18 марта 1900 г.

Способъ Стассано *).

Изъ всѣхъ способовъ, нашего вниманія заслуживаетъ прежде всего способъ Стассано, разработанный настолько, что онъ даетъ возможность получать сорта стали любого и впередъ точно опредѣленнаго состава. Исходнымъ матеріаломъ для Стассано служатъ довольно чистыя верхнеитальянскія желѣзныя руды, которыя прежде всего подвергаются анализу. На основаніи анализовъ исчисляются затѣмъ требуемыя количества флюсовъ, примѣсь Стассано, кромѣ желѣза опредѣленнаго содержанія, старается получить шлаки, отвѣчающіе по возможности точно составу: 1 частица кремнезема+4 частицы основныхъ окисловъ. Подобные шлаки, какъ показали опыты, представляютъ наименьшее сопротивленіе току. Способъ, по которому Стассано производитъ эти исчисления и который онъ самъ давалъ до его теперешняго совершенства, настолько интересенъ, что мы считаемъ умѣстнымъ иллюстрировать его примеромъ.

Предположимъ, что по даннымъ анализа, руда, флюсъ и уголь имѣютъ слѣдующій составъ:

Р у д а.	
Fe ₂ O	93,020%
MnO	0,619 "
CaO } MgO }	0,500 "
SiO ₂	3,790 "
S	0,058 "
P	0,056 "
H ₂ O	1,720 "
Ф л ю с ъ :	
CaO	51,21 %
MgO	3,11 "
Al ₂ O ₃ } Fe ₂ O ₃ }	0,50 "
SiO ₂	0,90 "
CO ₂	43,43 "
У г о л ь :	
C	90,42 %
Зола	3,88 "
H ₂ O	5,70 "

Одинъ килограммъ руды заключаетъ въ себѣ 930,2 грм., т. е. $\frac{930,2}{160} = 5,81$ грм.—частицъ Fe₂O₃, для установленія которыхъ требуется $5,81 \times 3$ атома = $5,81 \times 3 \times 12 = 209,16$ грм. С, или, такъ какъ имѣющійся уголь содержитъ 90,42% углерода, $\frac{209,16}{90,42} \times 100 = 231,4$ грм. угля

Далѣе, одинъ килограммъ руды содержитъ 37,9 грм., т. е. $\frac{37,9}{60} = 0,63$ гр.—частицы кремнезема, для связыванія котораго и образованія шлака требуется $0,63 \times 2 = 1,26$ грм.—частицъ основныхъ окисловъ. Съ другой стороны въ 1000 грм. руды содержится 6,19 грм. MnO и 5,00 грм. CaO+MgO, т. е. $\frac{6,19}{71} = 0,087$ частицы MnO и $\frac{5}{48} = 0,104$ частицы CaO+MgO (при-

*) Stassano: Berg- u. Huttenm. Ztg. 1903, т. 40, стр. 481. Eisenzeitung 1903, т. 20, стр. 217. Electr. World a. Eng. 37, 737, 847. Elektrochemical Industry 1903, 7, 247. Elektrochem. Zeitschr. 1901, 8, 16; 1903, 10, 123, 168. L'Industrie électrochimique 1901, 5, 29; 1902, 1, 4; 1903, 5, 27; Zeitschr. f. Elektrochemie 5, 379; 6, 221; 8, 61, 852; 9, 555. Привилегіи: герман. 141512 и 141156; англ. 11604 (1898); франц. 273183 и 319404.

*) Въ переводѣ сдѣланы нѣкоторыя сокращенія и выпущены рисунки, какъ не необходими для пониманія текста.

нимая за частичный вѣсъ $\text{CaO} + \text{MgO}$ среднюю величину изъ частичныхъ вѣсовъ обѣихъ этихъ окислей), или всего $0,087 + 0,191$ частицы основныхъ окисловъ. Слѣдовательно, для связыванія кремнезема къ рудѣ остается прибавить еще $1,26 - 0,191 = 1,069$ частицы основаній.

Изъ состава известняка слѣдуетъ, что 100 гр. его заключаютъ въ себѣ

$$\begin{aligned} \frac{51,21}{56} &= 0,914 \text{ грм.-частицы } \text{CaO} \\ \frac{3,11}{40} &= 0,078 \text{ " " } \text{MgO} \\ \frac{0,5}{131} &= 0,004 \text{ " " } \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \frac{0,9}{60} &= 0,015 \text{ " " } \text{SiO}_2 \end{aligned}$$

т. е. всего 0,996 частицы основныхъ окисловъ и 0,015 частицы кремнезема, который требуетъ для своего связыванія 0,030 частицы основаній. Поэтому въ 100 граммахъ известняка можно принять 0,966 грм.-частицы химически активныхъ основныхъ окисловъ, то есть на 100 гр. руды слѣдуетъ прибавить $\frac{1,069}{0,966} \times 100 = 111$ грм. известняка.

На основаніи этихъ расчетовъ мы получаемъ слѣдующій составъ для шихты:

Руды	1000	частей
Угля	231	"
Известняка	111	"

Числа эти, конечно, измѣняются вмѣстѣ съ составомъ сырыхъ матеріаловъ и должны быть каждый разъ вычислены наново. Въ общемъ Стассано перерабатываетъ четыре сорта руды, имѣющіе слѣдующій составъ:

	I. Магнетитъ.	II. Гематитъ.	III. Лимонитъ.	IV. Лимонитъ.
Fe_2O_3	78,400%	—	—	—
Fe_3O_4	—	88,850	80,930	73,840
MnO	0,700	0,470	0,561	0,567
SiO_2	8,650	2,960	1,970	1,970
Al_2O_3	7,330	3,420	2,152	5,152
CaO	2,100	0,870	0,590	0,590
MgO	1,030	—	—	—
S	0,055	0,078	0,070	0,070
P	0,008	0,093	0,124	0,124
Органич.	—	2,561	12,630	15,550

Изъ этихъ рудъ гематитъ привозится съ острова Эльбы, магнетитъ изъ Валь-д'Аоста и мыса Каламита, лимонитъ изъ долины Камоника и Валь-Промію въ Брешии.

Руда мелко измалывается и, если ея природа то допускаетъ, подвергается электромагнитному обогащенію. Точно также мелко измалываются флюсы и уголь, и затѣмъ все вмѣстѣ, съ прибавкой смолы, формируется въ брикеты. Брикетированіе имѣетъ своей цѣлью предупредить раздѣленіе составныхъ частей шихты въ электрической печи и сохранить полное постоянство состава получаемого продукта. Если, такимъ образомъ, въ виду послѣдняго соображенія брикетированіе должно быть признано рациональнымъ, то съ другой стороны оно значительно удорожаетъ стоимость процесса. Поэтому Стассано занявъ въ настоящее время изысканіемъ способа, который сдѣлалъ бы возможнымъ обходиться безъ брикетированія, и нѣтъ сомнѣнія, что въ случаѣ если это удастся, его процессъ станетъ еще значительно дешевле, чѣмъ онъ обходится теперь. Такъ какъ прибавляемая для брикетированія въ качестве связующаго вещества, смола принимаетъ также участіе въ реакціи, то при составленіи смѣси слѣдуетъ имѣть въ виду и ея составъ, главнымъ образомъ содержа-

ніе углерода. Послѣдній Стассано опредѣляетъ такъ, точно отвѣщенное количество смолы нагревается до температуры 800—900°; разница въ вѣсѣ принимается за содержаніе углерода, и соответственно ему уменьшается пропорція угля въ шихтѣ. Чтобы не нужно было постоянно производить анализы смолы, Стассано старается употреблять всегда одинъ и тотъ же товаръ, имѣющій составъ: углеводовъ 40,5%, углерода 59,2%, золы 0,27%. Мѣняя содержаніе углерода въ шихтѣ (брикетахъ), удается получать любой сортъ желѣза и стали, и составъ ихъ можетъ быть точно опредѣленъ впредь. Если требуется выплавить какой нибудь сплавъ желѣза, то необходимія для этого примѣси также прибавляются уже къ брикетамъ, и такимъ образомъ Стассано получаетъ хромовую сталь, вольфрамовую и т. д. любого состава.

Брикеты изготовляются подъ гидравлическимъ прессомъ и затѣмъ разбиваются на куски 4—5 см., такъ какъ при этой величинѣ кусковъ образующіеся въ печи газы легче всего находятъ себѣ выходъ. Модель своей печи Стассано измѣнялъ нѣсколько разъ: послѣдняя его конструкция представляетъ собой электрическую пламенную печь. Брикеты засыпаются въ нее сбоку, чрезъ особую воронку, и, сплавившись внутри печи, проходятъ между электродами, гдѣ сильная, бьющая съ громкимъ трескомъ дуга вызываетъ процессъ возстановленія. Эта послѣдняя модель отличается отъ предыдущихъ тѣмъ, что вся печь сдѣлана подвижной и можетъ вращаться вокругъ оси, имѣющей нѣсколько наклонное направленіе. Благодаря наклону оси и всей печи, при ея вращеніи лежащая на поду масса сама собой скользитъ постоянно сверху внизъ и такимъ образомъ хорошо перерабатывается во всей своей толщѣ. Дальнѣйшимъ развитіемъ этого конструктивнаго принципа Стассано надѣется устранить необходимость брикетированія. Охлаждаемые водой электроды входятъ въ печь по сторонамъ въ наклонномъ направленіи, такъ что сплавляемая масса легко съ нихъ соскальзываетъ и не застываетъ, благодаря чему избѣгается возрастаніе электрическаго сопротивленія.

Точно такъ же какъ онъ вычисляетъ составъ брикетовъ на основаніи своихъ анализовъ, Стассано пробовалъ опредѣлять потребленіе энергіи на основаніи термохимическихъ данныхъ, исходя съ одной стороны изъ извѣстнаго отношенія, по которому Джоулеа теплота равна:

$$h = 0,24 i^2 R,$$

съ другой изъ формулы Жэна и Лелэ:

$$t = \frac{1}{\Lambda} \left(\frac{r}{S} \right)^2 \frac{R}{c},$$

гдѣ t означаетъ температуру дуги, S —сѣченіе электродовъ, R —сопротивленіе газовой оболочки, c —теплоемкость газа. Оказалось, однако, что обѣ эти формулы не примѣнимы къ электрической печи. Причиной отступленій служить то обстоятельство, что при чрезвычайно высокой температурѣ электрической печи окружающіе электроды газы находятся въ диссоциированномъ состояніи, анализъ же не даетъ вѣрнаго представленія объ ихъ составѣ, такъ какъ въ отбираемыхъ пробахъ продукты диссоціаціи, не подвергаясь болѣе высокой температурѣ, тотчасъ же соединяются между собой обратно. Поэтому величины R и c формулы Жэна-Лелэ, какъ показали Кершау, никогда не могутъ быть опредѣлены опытнымъ путемъ для процесса Стассано и ему подобныхъ. Нельзя также въ данномъ случаѣ произвести расчетъ полезнаго тепловаго коэффициента, пользуясь теоретическими реакціями, такъ какъ температура печи гораздо выше, чѣмъ требуется для начала этихъ реакцій. Поэтому Стассано остался лишь одинъ путь — опредѣлить полезное тепловое дѣйствіе своей печи прямыми практическими опытами. При этомъ оказалось, что изъ 84012,072 калорий,

введенныхъ въ печь токомъ, 5254,805 было потрачено на совершающуюся въ ней реакціи, т. е. полезное тепловое дѣйствіе составляетъ $\frac{100 \cdot 5254,805}{84012,072} = 61,33\%$.

Этому благоприятному результату соответствуетъ и дѣйствительная стоимость процесса. Для выплавки 1000 кило желѣза или стали требуется, смотря по ея составу, 1600—1700 кило руды. Для итальянскихъ условий и цѣны стоимость получаемого желѣза исчисляется Стассано слѣдующимъ образомъ (при этомъ нужно замѣтить, что въ эти числа, за исключеніемъ статьи „общіе расходы“, провѣрены Г. Гольдшмидтомъ, командированнымъ германскимъ департаментомъ привилегій для изученія способа Стассано; указанная одна статья не оказываетъ существеннаго вліянія на общій результатъ):

1600 кило руды по 12 марокъ $\frac{\%}{100}$. . .	19,20 "
Измельч. ея	3,84 "
200 кило флюса на 4 марки $\frac{\%}{100}$. . .	0,80 "
255 кило кокса по 36 м. $\frac{\%}{100}$	9,00 "
Измельч. кокса	0,40 "
100 кило примѣсей по 56 м. $\frac{\%}{100}$	10,64 "
Изготовление брикетовъ по 2,4 м. $\frac{\%}{100}$. . .	5,40 "
Изнашивание электродовъ 12 кило по 0,24 марки кило	2,88 "
Ремонтъ печи	9,60 "
Рабочія руки	4,80 "
Инструментъ	2,40 "
Электрическая энергія 4000 лош. силъ-часовъ по 0,456 пфен.	18,24 "
Общіе расходы	2,40 "

Итого 89,60 м.

За вычетомъ стоимости энергіи летучихъ и горючихъ газовъ 14,40 "

Дѣйствительн. расходъ 75,20 м.

Къ послѣдней статьѣ этого расчета слѣдуетъ замѣтить, что особеннымъ преимуществомъ способа Стассано является то обстоятельство, что протекающая въ печи реакція выдѣляетъ углекислый газъ, который съ выгодой можетъ быть использованъ для дальнѣйшей переработки выплавленного металла (например, для сварочныхъ печей и т. п.). На каждый кило производимаго желѣза получается 0,666 кило CO , дающаго при сжиганіи 1622 калорій. Эта теплота больше той, которая поглощается реакціей (1314 калорій) и представляетъ собой замѣтный выигрышъ энергіи. Имѣя это въ виду и принимая во вниманіе также случайныя потери и непредвидѣнныя колебанія въ тратѣ энергіи, можно, на основаніи вышеприведенныхъ чиселъ, считать, что на одинъ кило выплавленного желѣза тратится 2,5—3 лош. силы-часа. Стассано не всегда работаетъ на рудѣ; для производства стали онъ пользуется также чугуномъ и различными желѣзными отбросами; въ такомъ случаѣ тратится, конечно, значительно меньше энергіи, чѣмъ вычислено выше. Иногда въ работу берутся и смѣшанные шихты, составленные изъ смѣси руды съ чугуномъ или желѣзной ломью.

14-го іюня 1903 года Стассано пустилъ въ ходъ третью модель своей печи — выше описанную вращающуюся печь. Результаты, на основаніи которыхъ сдѣланы вышеприведенныя вычисленія, были получены съ двумя первыми пробными печами въ Дарфо (у Лаго д'Изео), которая теперь брошена, такъ какъ при содѣйствіи итальянскаго правительства построена новая печь на королевскомъ желѣзодѣлательномъ заводѣ въ Туринѣ. Эта печь производить въ сутки 2500—3000 кило съ затратой 120—140 квт. Первая, меньшая печь въ Дарфо была построена на 100 л. силъ; токъ трансформировался въ началѣ на 50—60, позже на 80 в. при 1000 амперахъ; вторая печь въ Дарфо была на 500 лош. Вильдорфская съ переработка

мѣннымъ токомъ 170 в. при 2000 амперахъ. Эти данныя относительно тока представляютъ собой среднія числа; регулированіе тока производится отъ руки, измѣняя разстояніе между электродами на основаніи показаній амперметра и вольтметра. Напряженіе, которое въ началѣ процесса нѣсколько ниже, чѣмъ только что было указано, постепенно возрастаетъ, затѣмъ опять падаетъ, а въ концѣ работы опять, въ теченіи 20 минутъ, подымается. Выплавка 30 кило мягкаго желѣза изъ 70,25 кило засыпки длится почти точно два часа.

Изнашивание электродовъ было въ началѣ очень сильно; однако, Стассано удалось сократить его до 4 см. въ часъ. Точно также при первыхъ опытахъ различныя затрудненія возникали вслѣдствіе того, что растаплились мѣдныя зажимы электродовъ; для устраненія этого недостатка электроды теперь располагаются наклонно и подвергаются сильному охлажденію водой. Благодаря такому расположенію электродовъ, металлъ и шлаки быстро скользятъ вдоль нихъ и готовое желѣзо не успѣваетъ растворять ихъ углерода, такъ что съ одной стороны получается очень чистый продуктъ впередъ опредѣленнаго состава, съ другой — достигается указанное выше незначительное обогрѣніе электродовъ. Для того, чтобы избѣжать растворенія углерода, изъ сплавочнаго тигля, въ который спускается готовый металлъ, тигли выкладываются теперь не графитомъ, какъ прежде, а магнезійей.

Мы уже нѣсколько разъ обращали вниманіе на чистоту получаемыхъ въ печи Стассано продуктовъ. При первыхъ опытахъ въ Дарфо съ 100-сильной печью содержаніе углерода было выше, чѣмъ требовалось, такъ какъ металлъ растворялъ въ себѣ углеродъ электродовъ; изъ богатыхъ марганцемъ рудъ Камоники получалась очень твердая сталь съ 1,02% Mn и 2,06% C . Составъ получаемыхъ въ настоящее время сортовъ стали опредѣляется впередъ. Ниже слѣдующія числа даютъ результаты анализа четырехъ пробъ изъ большей печи Дарфо; анализы произведены Стассано.

	I.	II.	III.	IV.	Въ среднемъ.
Fe	99,695	99,647	99,704	99,690	99,684
Mn	0,068	0,106	0,095	0,109	0,094
Si	0,021	0,048	0,022	0,028	0,029
S	0,108	0,075	0,062	0,046	0,061
P	0,024	0,005	0,025	0,013	0,017
C	0,084	0,120	0,093	0,113	0,102

Нѣсколько пробъ изъ Дарфо проанализированы также Гольдшмидтъ и получили слѣдующія числа:

	I.	II.	III.	IV.	V.
C	0,04%	0,04%	0,17%	0,09%	0,77%
Mn	0,05 "	0,12 "	0,07 "	0,8 "	0,65 "
Si	—	—	слѣды	слѣды	0,04 "
P	—	—	0,02	—	—
S	—	—	0,05	—	0,04 "

Хромовая сталь, изслѣдованная Гольдшмидтомъ, содержала въ себѣ:

$\text{C} = 1,51\%$; $\text{Mn} = 0,26\%$; $\text{Cr} = 1,22\%$.

Способъ Геру *)

Докторъ инженерныхъ наукъ Д. Геру и стоящее съ нимъ въ тѣсной связи общество „Société électro-

*) Héroult: Berg u. Hüttenm. Ztg. 1903, 41, 493. Electr. World a. Eng. 40, 381. Electrochemical Industry 1903, 13, 449. Elektrochem. Zt. 1903, 10, 67, 123, 170. L'Ind. électroch. 1901, 4, 29; 1903, 3, 12; 4, 29; 8, 51. Zt. Elektroch. 9, 556. Привилегія: герман. 142830 и 139904; франц. 298656, 305317, 305373, 307379, 318638, 362286 и

metallurgique française" въ Ла-Працѣ (Савойя) являются собственниками многочисленныхъ привилегій на печи и способы производства желѣза и стали, а также различныхъ сплавовъ. Изъ всѣхъ этихъ печей наиболѣе пригодной оказалась одна, которую по праву можно назвать электрическимъ бессемеровскимъ конверторомъ и которой въ настоящее время исключительно пользуются въ Ла-Працѣ; кромѣ того, въ этой конструкціи печи примѣненъ принципъ, указанный въ первый разъ Де-Лавалемъ и устраняющей всякое прикосновеніе между металломъ и электродами.

Заводъ въ Ла-Працѣ производитъ 6 тоннъ инструментальной стали въ сутки; въ богатыхъ водой времена года излишекъ силы употребляется для электрической выплавки чугуна. Въ прошломъ году чугуна всего было произведено около 300 тоннъ. Еще одинъ заводъ для эксплуатаціи способа Геру строится въ настоящее время въ Гранбергсдалѣ, въ Швеціи.

Согласно полученнаго мною недавно сообщенія доктора Геру, въ Ла-Працѣ удалось теперь производить не только чугунъ и обыкновенную сталь, но также и различные спеціальныя сорта стали, а также томасовскую сталь; кромѣ того, получаютъ также сорта, ничѣмъ не уступающіе лучшей твердой и мягкой тигельной (литой) стали. При этомъ удалось понизить трату энергіи до 150 квт.-часовъ на 1 тонну продукта. Слѣдующія, указанныя Геру, числа даютъ составъ стали, получаемой въ Ла-Працѣ:

$$C=0,60-1,8\%; Mn=0,15\%; Si=0,03\%; P=0,003\%; S=0,007\%.$$

Указанный Де-Лавалемъ и примѣняемый Геру принципъ, благодаря которому готовый металлъ удерживается отъ прикосновенія съ электродами и избѣгается раствореніе въ немъ углерода, заключается въ томъ, что къ рудѣ (какъ въ Ла-Працѣ) къ чугуну и желѣзной ломѣ прибавляется соответствующій флюсъ, образующій шлакъ съ большимъ электрическимъ сопротивленіемъ, чѣмъ находящійся подъ нимъ металлъ. Если сырымъ матеріаломъ служитъ руда, то образование такого шлака совершается въ особой электрической печи, въ которой руда, смѣшанная съ кремнеземомъ и известью, сплавляется жаромъ нѣсколькихъ электрическихъ дугъ; при прямой выплавкѣ стали изъ чугуна или желѣзной ломѣ шлакъ образуется въ самомъ "электрическомъ конверторѣ". Но каковы бы образомъ шлакъ ни производился, подъ конецъ онъ всегда образуетъ слой, плавающий надъ слоемъ металла. Если теперь электроды погружаются въ шлакъ настолько, чтобы между ихъ нижними концами и металломъ оставался еще слой шлака, то электрическій токъ, избирая себѣ путь наименьшаго сопротивленія, пройдетъ не только чрезъ шлакъ, а и чрезъ металлъ, а именно: отъ анода чрезъ тонкій слой шлака къ металлу, затѣмъ чрезъ металлъ, и, наконецъ, отъ металла чрезъ тонкій слой шлака къ катоду (оба электрода подвѣшены въ вертикальномъ положеніи). Такимъ образомъ, благодаря высокому сопротивленію шлака, токъ вынужденъ проходить чрезъ металлъ и оказываетъ въ немъ свое нагрѣвающее и восстанавливающее дѣйствіе. Образованія дуги для этого вовсе не требуется; нагрѣваніе производится токомъ по принципу Джоуля. Для правильной работы необходимо, чтобы тонкій слой шлака, находящійся между нижними концами электродовъ и поверхностью металла, былъ все время болѣе горячимъ, т. е. обладалъ большей электропроводностью, чѣмъ остальная масса шлака; это достигается точнымъ регулированіемъ положенія электродовъ, которое, какъ и у Стассано, производится, слѣдя показаніямъ амперъ и вольтметра.

Изъ многочисленныхъ, выработанныхъ Геру конструкцій печей въ Ла-Працѣ въ настоящее время, какъ указано, примѣняется "электрическій конверторъ". Эта печь своими размѣрами и внѣшнимъ видомъ дѣйствительно напоминаетъ небольшие бессе-

меровскіе конверторы, часто употребляемые въ послѣднее время, особенно конверторы системы Раапке. Она состоитъ изъ желѣза и выложена изнутри огнеупорнымъ кирпичемъ; загрузка производится сверху, снимая крышку, въ которой имѣется отверстіе для отвода образующихся газовъ.

При помощи зубчатой передачи, весь конверторъ можетъ быть опрокинутъ такъ, чтобы расплавленный металлъ вытекалъ изъ боковаго отверстія. Это приспособленіе имѣетъ своей цѣлью также сообщать конвертору любой наклонъ, такъ что уголь, подъ которымъ на поверхность металла падаетъ двувасмый чрезъ сопла горячій воздухъ, можетъ быть измѣненъ по желанію; сопла распределены не такъ, какъ въ обыкновенномъ конверторѣ, снизу, подъ металлической ванной, а сбоку, какъ въ конверторахъ Раапке. Такимъ образомъ весь процессъ можно было бы назвать электрическимъ фришеваніемъ, производимымъ въ бессемеровскомъ конверторѣ. Электроды вводятся чрезъ крышку сверху и могутъ перемѣщаться по желанію выше или ниже. Токъ проводится по кабелямъ, укрѣпленныхъ на изоляторахъ.

На первый взглядъ можетъ казаться, что печь Геру пригодна только для выдѣлки стали; но на самомъ дѣлѣ ею съ полнымъ успѣхомъ можно пользоваться также и для выплавки чугуна; въ этомъ случаѣ только процессъ производится безъ дутья. Такимъ образомъ печь Геру даетъ съ дутьемъ сталь, безъ него—чугунъ. Преимуществомъ процесса предъ обычными способами выдѣлки стали является еще то обстоятельство, что температура внутри печи можетъ быть регулированіемъ тока повышена до любой степени; благодаря этому, становится излишней прибавка ферросилиція для повышенія температуры. Въ одинъ разъ могутъ быть выплавлены три тонны стали; въ теченіе сутокъ удается произвести нѣсколько операций; переменный токъ имѣетъ при 120 вольтахъ 4000 амперъ.

Выпускаемое изъ печи желѣзо (если только не имѣется въ виду выдѣлка сразу чугуна) совершенно не содержитъ въ себѣ углерода, который затѣмъ уже растворяется въ немъ въ точно отвѣшенномъ количествѣ. Подобнымъ же образомъ производятся и различные сорта стали.

Способъ Гарме *),

Тогда какъ въ обоихъ рассмотрѣнныхъ способахъ весь процессъ выдѣлки желѣза или стали можетъ быть произведенъ въ одной электрической печи, для способа Гарме, который примѣняется обществомъ „Fonderies, Forges et Acieries St. Etienne“, ихъ требуется не менѣе трехъ. Дѣло въ томъ, что у Гарме возстановительный процессъ совершенно отдѣленъ отъ сплавочнаго, и сплавленные уже окиси подвергаются дѣйствію твердыхъ возстановителей въ особой печи. Такимъ образомъ первая изъ трехъ печей служитъ для сплавленія руды, вторая для возстановленія сплавленныхъ окисей, третья для выдѣлки мягкаго желѣза или стали. Всѣ три печи работаютъ непрерывно, и продуктъ автоматически переходитъ изъ первой во вторую, изъ второй—въ третью; изъ послѣдней готовый продуктъ выпускается періодически. Всѣ три печи нагрѣваются электрическимъ токомъ; но вмѣсто первыхъ двухъ, которыя вмѣстѣ производятъ обыкновенный чугунъ, можно было бы поставить также обыкновенную домснуную печь и уже чугунъ передѣлывать въ третьей печи электрическимъ путемъ на желѣзо или сталь. Выгоднѣй ли пользоваться для выплавки чугуна обыкновенной доменной

*) H a r m e t: Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1903, 3, 39. L'Éclairage élect. 1902, 228. Electric. World 40, 765. Elektrochem. Zt. 1903, 10, 126, 237. Electrochemist Metallurgist 1902, 18, 93. Zt. Elektroch. 8, 852; 9, 555. Привилегія: герман. 142965 и 143211, франц. 308201, 309004, 313616, 314237, 315127, 318233 и друг.

или же электрической печью, — этот вопрос зависит всецело от мнѣтннх цѣнн и врядь ли имѣть что-либо общее съ качествомъ получаемаго продукта. Третья же печь непременно должна быть электрической, такъ какъ лишь въ ней можетъ получаться желѣзо, обладающее особыми выдающимися качествами. Впрочемъ, по заявленію Гарме, ему въ послѣднее время удалось настолько усовершенствовать процессъ въ двухъ первыхъ печахъ, что въ качествѣ третей, вмѣсто электрической, можетъ служить обыкновенная пламенная печь.

Первая изъ трехъ печей Гарме — сплавочная — представляетъ собою шахту съ наклоннымъ подомъ, по которому легко стекаютъ сплавленные окислы. Сплавление производится при помощи газовъ, которые поступаютъ сюда изъ второй, восстановительной печи и сжигаются боковымъ дутьемъ. Поддувала расположены такъ, что пламя наполняетъ собою все пространство надъ подомъ и совершенно охватываетъ нижнюю часть образуемаго шахтой конуса. Черезъ стѣнки печи въ двухъ лежащихъ одинъ надъ другимъ поясахъ проведены угольные электроды, расположенные кольцеобразно, по восьми въ каждомъ кольцѣ. При помощи этихъ электродовъ регулируется температура печи вообще и особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда горѣніе газовъ не развиваетъ требуемой для сплавления высокой температуры.

Вторая печь, восстановительная, имѣетъ форму стоячаго цилиндра. Она наполняется коксомъ, древеснымъ углемъ или антрацитомъ. Подъ нея расположенъ такъ, что выступающая изъ первой печи сплавленная руда вынуждена протекать черезъ нижніе, раскаленные до бѣла слои угольной засыпки, причѣмъ она и испытываетъ полное восстановленіе. При этомъ образуются также и шлаки, для которыхъ имѣется особое спускное отверстіе. Восстановленіе требуетъ больше теплоты, чѣмъ ее образуется при сгораніи углерода въ окисъ углерода, а потому необходимо эту недостатку теплоты восполнять теплотой электрическаго тока. Для этого на небольшой высотѣ надъ подомъ печи имѣется одинъ или нѣсколько рядовъ электродовъ.

Наконецъ, третья печь служитъ для передѣлки чугуна на желѣзо и сталь и не представляетъ ничего замѣчательнаго. Въ ней, какъ и въ восстановительной печи, прямое прикосновеніе металла съ электродами устранивается промежуточнымъ слоемъ шлаковъ.

По даннымъ изобрѣтателя, для изготовления одной тонны стали требуется 3600 лощ. силъ-часовъ. Расходы будто бы не превышаютъ 23,5 франковъ съ тонны — почти нефронтно низкое число! На мой запросъ Гарме сообщилъ мнѣ, что, послѣ того, какъ опыты въ Сэнъ-Этьеннѣ закончены удовлетворительно, въ настоящее время строится крупный заводъ въ Альбертвалѣ, во французскихъ Альпахъ.

Л. Гурвичъ.

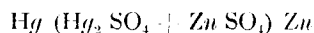
(Окончаніе слѣдуетъ).

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

О нормальныхъ элементахъ. Въ послѣднее время, благодаря работамъ нѣкоторыхъ американскихъ химиковъ и изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ Шарлотенбургской палатѣ мѣръ и вѣсовъ, вопросъ о нормальномъ элементѣ выступилъ опять на сцену. Кархартъ, много поработавшій надъ элементами Кларка и Вестона, предложилъ даже легализировать, въ качествѣ основнаго образца электродвижущей силы, кадмievый элементъ Вестона. Это предложеніе должно было быть предложено на разсмотрѣніе международнаго конгресса электриковъ

Насколько удобно и рѣлесообразно это предложеніе, можно было бы рѣшить только въ томъ случаѣ, если бы какому-либо изъ гальваническихъ приборовъ, вольтметру или нормальному элементу, можно было отдать рѣшительное преимущество. Но работа, вызванная возродившимся интересомъ къ нормальному типу элемента, далеко еще не закончена, и предсказать предѣлы точности, достижимые для эталона электродвижущей силы, въ настоящее время еще не возможно. Съ другой стороны, серебряный вольтметръ не достигъ предѣловъ совершенства и въ этой области возможно еще движеніе впередъ, какъ показываютъ недавно появившіеся опредѣленія электрохимическаго эквивалента серебра.

Элементъ Вестона отличается отъ своего прототипа, элемента Кларка, тѣмъ, что цинковый анодъ замѣненъ кадмievымъ. Но что его выодно отличаетъ отъ элемента Кларка, такъ это малость температурнаго коэффициента электродвижущей силы, вслѣдствіе чего очень часто можно пренебрегать влияніемъ температурныхъ колебаній. Электрохимическая схема элемента Вестона можетъ быть изображена такъ:



Концентрація растворовъ обихъ солей должны оставаться постоянными для данной температуры или же возрастать болѣе или менѣе быстро во время отдыха элемента. Для этого требуется, конечно, присутствіе твердой соли около электрода, т. е. растворъ соли берется насыщеннымъ. Впрочемъ, существуютъ типы, напримѣръ, выработанный К^о Вестона, въ которыхъ растворъ кадмія при комнатной температурѣ далекъ отъ насыченія.

Различные типы нормальнаго элемента даютъ, конечно, различныя величины электродвижущей силы; но и при одинаковомъ способѣ приготовления различныя изслѣдователи получали различныя величины. Эти различія оказываются въ значительной мѣрѣ зависими отъ чистоты препаратовъ и отъ способовъ ихъ приготовления.

Измѣненія электродвижущей силы элемента Вестона въ значительной мѣрѣ зависятъ отъ свойствъ сѣрнортутистой соли, играющей въ немъ роль деполаризатора. При различныхъ способахъ приготовления этого препарата получаютъ различныя величины электродвижущей силы, причѣмъ разница доходитъ до 0,0002 в.

Вслѣдствіе незначительной растворимости Hg_2SO_4 , ее обыкновенно готовятъ осажденіемъ изъ раствора ртутистой соли какой нибудь растворимой сѣрнокислой солью. Но при промываніи полученнаго такимъ образомъ бѣлаго, кристаллическаго продукта наблюдается обыкновенно гидролитическое дѣйствіе воды и осадокъ при достаточно продолжительной обработкѣ его водой принимаетъ желтую окраску. Гуйи (Gouy), изслѣдовавшій составъ этого продукта, находитъ для него формулу: $\text{Hg}_2\text{O} \cdot \text{Hg}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Кроме того, известно, что на солнечномъ свѣтѣ Hg_2SO_4 чернѣетъ. Вообще же въ химической литературѣ имѣется мало свѣдѣній о свойствахъ этой соли и обь ея поведеніи въ нормальномъ элементѣ.

Интересъ къ кадмievому элементу заставилъ заняться имъ и свойствами сѣрнортутистой соли. Гуллетъ *) (Hullet) опубликовалъ недавно свое изслѣдованіе по этому поводу. Въ своихъ опытахъ авторъ пользовался Н-образной формой элемента. Electroдами въ обихъ колѣнахъ служила ртуть; въ соприкосновеніи съ ртутью помѣщался изслѣдуемый препаратъ сѣрнортутистой соли; остальное пространство заполнялось слабой сѣрной кислотой, которая служила электролитомъ. Если соль въ обихъ колѣнахъ элемента была изъ одного препарата, то элементъ этотъ не обнаруживалъ электродвижущей силы; въ противномъ же случаѣ, по показанію электрометра, можно было

* Zeitschrift für phys. Chemie. Bd. 49. s. 483.

заклѣчить о поведеніи того или другого препарата въ роли деполяризатора.

Различные препараты, которые обыкновенно считаются пригодными для приготовления нормальныхъ элементовъ, показывали весьма значительныя различія въ электродвижущей силѣ элемента, составленнаго только что указаннымъ способомъ. Такъ напр., соль, приготовленная изъ $HgNO_3$ при помощи H_2SO_4 , показывала при сравненіи съ нормальнымъ препаратомъ электродвижущую силу $+0,000145$ в.; другой же способъ приготовления, въ которомъ для осажденія примѣняется растворъ $CdSO_4$, далъ препаратъ, показавшій электродвижущую силу въ $+0,000205$ в. Эти различія нельзя приписывать вліянію примѣсей, такъ какъ оба препарата были тщательно промыты и обработаны разведенной сѣрной кислотой.

Приготовление соли изъ чистой ртути и сѣрной кислоты возможно только при употребленіи крѣпкой кислоты и высокой температурѣ; но при этомъ очень трудно удалить вполнѣ сѣрную кислоту изъ препарата, а присутствіе ея вліяетъ на электродвижущую силу элемента. Такъ, напримѣръ, Зауеръ *) нашелъ, что соль, приготовленная такимъ способомъ, даетъ электродвижущую силу на $0,0005$ в., больше, чѣмъ другіе препараты.

Наконецъ, Гуллетъ изслѣдовалъ Hg_2SO_4 , полученную при помощи электролиза разведенной сѣрной кислоты съ ртутнымъ анодомъ. Ртуть переходитъ въ растворъ въ видѣ моновалентнаго іона, Hg растворъ скоро насыщается сѣрнортутистой солью, которая и выделяется на анодѣ. Чтобы освободить анодъ отъ слоя соли, необходимо постоянно перемѣшивать растворъ. При силѣ тока въ $0,5$ ампера въ теченіе часа можно получить около 5 грм. Hg_2SO_4 . Если послѣ прекращенія тока еще нѣкоторое время перемѣшивать электролитъ, то соль получается въ видѣ крупнозернистаго, кристаллическаго осадка. При употребленіи сѣрной кислоты, концентрація которой больше $1,6$, осадокъ имѣетъ сѣрый цвѣтъ вслѣдствіе присутствія мелко раздробленныхъ частицъ ртути. Перемѣшивая его нѣсколько времени въ присутствіи ртути и слабой сѣрной кислоты, можно получить совершенно бѣлый, кристаллическій препаратъ.

Нѣсколько элементовъ приготовленныхъ изъ этого препарата, обнаружили разницу въ электродвижущей силѣ лишь на $0,0001$ в. Электродвижущая сила ихъ при стоянн не показала обычнаго въ этомъ случаѣ постепеннаго уменьшенія, и въ продолженіи шести мѣсяцевъ сохранила свою величину. Величина эта нѣсколько меньше, чѣмъ у элементовъ, приготовленныхъ обычнымъ способомъ, и равна $1,01908$ при $21,3^{\circ} C$.

Освобожденіе Hg_2SO_4 отъ сѣрной кислоты весьма важно. Последніе слѣды ея удаляются насыщеннымъ растворомъ $CdSO_4$ или абсолютнымъ спиртомъ и эфиромъ. Какимъ способомъ удаляется кислота, безразлично. Кристаллическій сѣрнокислый кадмій, $CdSO_4 \cdot \frac{2}{3} H_2O$, представляетъ изъ себя весьма прочное соединеніе. Если взять равныя части $CdSO_4$ и воды, то образуется растворъ, который при медленномъ выпариванн даетъ прозрачныя кристаллы $CdSO_4 \cdot \frac{2}{3} H_2O$. Раствореніе этихъ кристалловъ происходитъ очень медленно, поэтому ихъ удобно промыть и высушить между листами пропускной бумаги. Чтобы приготовить насыщенный растворъ, надо довольно долго перемѣшивать кристаллы въ водѣ. Насыщенный растворъ имѣетъ настолько опредѣленный составъ, что нѣтъ надобности, и даже не слѣдуетъ, обрабатывать его окисью кадмія.

Выше приведенная величина электродвижущей силы получилась при употребленіи для приготовления элемента: $12\frac{1}{2}$ процентной кадміевой амальгамы, электролитическимъ путемъ добытой и тщательно промытой сѣрнортутистой соли, прозрачныхъ и доволь-

но крупныхъ кристалловъ $CdSO_4 \cdot \frac{2}{3} H_2O$ и насыщеннаго раствора $CdSO_4$.

Примѣсь небольшого количества $ZnSO_4$ въ растворѣ $CdSO_4$ (1 часть $ZnSO_4$ на 99 частей $CdSO_4$) не оказала никакого вліянія на электродвижущую силу. Если въ качествѣ деполяризатора примѣняется смѣсь основной соли и Hg_2SO_4 , то электродвижущая сила лежитъ около $1,01935$, что соответствуетъ обычной формѣ элемента съ препаратами, полученными не электролитически. Иногда величина ея получается значительно больше $1,01935$ в.; это указываетъ на гидrolитическое разложеніе Hg_2SO_4 въ растворѣ $CdSO_4$. Въ растворѣ оказывается соль вида $HgHSO_4$, вслѣдствіе чего увеличивается концентрація іоновъ Hg .

Таковы результаты химическаго изслѣдованія, посвященнаго элементу Вестона. Съ физической стороны онъ былъ изученъ Іегеромъ *), который обратилъ вниманіе на процессы, вызывающіе поляризацию элемента. При прохожденн тока, сколько нибудь значительнаго, черезъ элементъ, концентрація растворовъ и кадміевой амальгамы измѣняются, а это и влечетъ за собой возникновеніе обратной электродвижущей силы, уменьшающей разность потенциаловъ на полюсахъ элемента. Разсмотрѣнн поляризаціи элемента поэтому ближайшимъ образомъ связано съ задачами, разсматривающими измѣненія концентраціи и диффузію. Всѣ послѣдняго рода задачи имѣютъ близкое родство съ вопросами изъ области теплопроводности и выражаются одинаковыми дифференціальными уравненіями. Измѣненія концентраціи электролита въ присутствіи твердой фазы аналогично случаю проведенія тепла вдоль цилиндрическаго стержня, теряющаго, кромѣ того, тепло черезъ наружную поверхность. Дифференціальныя уравненія въ обоихъ случаяхъ тождественны; только пограничныя условія и вслѣдствіе этого рѣшенія получаются неодинаковыя.

Измѣненія концентраціи при возникновенн и исчезновенн поляризаціи выражаются интеграломъ

$$\frac{z}{\sqrt{\pi}} \int_{\sqrt{z}}^{\infty} e^{-v^2} dv$$

въ которомъ z пропорціонально времени.

Графически эти процессы изображаются кривою, имѣющей логарифмическій характеръ и приближающейся асимптотически къ нулевой чертѣ. Возникновеніе и уничтоженіе электродвижущей силы поляризаціи представляютъ зеркальныя изображенія другъ друга. Конечная величина поляризаціи элемента зависитъ отъ коэффициента диффузіи растворовъ и отъ скорости, съ которой растворяется или выдѣляется твердая соль при измѣненн концентраціи раствора.

Изъ этихъ данныхъ авторъ выводитъ, что опасность, грозящая элементу отъ поляризаціи, въ значительной мѣрѣ преувеличена, такъ какъ въ элементахъ съ избыткомъ твердой соли процессъ исчезновенія поляризаціи протекаетъ такъ же быстро, какъ и возникновеніе ея. Въ тѣхъ же элементахъ, у которыхъ растворъ соли не насыщенный, восстановленіе первоначальной электродвижущей силы обуславливается исключительно диффузіей. Кромѣ того, можно замѣтить, что поляризація зависитъ не отъ общей силы тока, а отъ плотности его у электродовъ, вслѣдствіе чего при большихъ размѣрахъ электродовъ элементъ можетъ давать болѣе значительный токъ. Весьма важную для уменьшенія поляризаціи роль играетъ также присутствіе твердой соли у электродовъ.

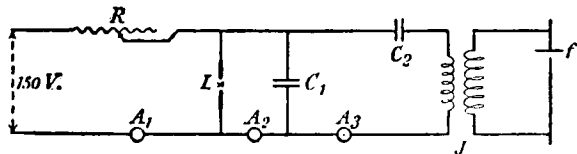
Д. Р.

*) Zeitschr. f. Phys. Chem. Vol. 47, p. 172 (1904). *) W. Nernst, Ann. d. Phys. 14, 726. 1904.

ОБЗОРЪ.

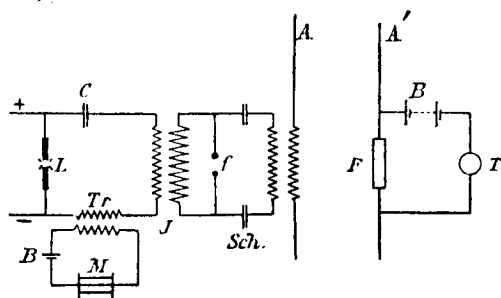
Анестезирование при помощи электрического тока *). Французским врачом Ледюком произведены недавно очень интересные опыты анестезирования дѣйствием электрического тока, причемъ получались результаты, обѣщающіе, повидимому, этому способу большую будущность. Опыты производились сперва надъ собаками, кроликами и голубями такимъ образомъ, что переменный токъ напряженія 10—30 в. и частоты отъ 1 до 200 періодовъ пропускался черезъ затылочную область головы животного. При этомъ животное во все время дѣйствія тока обнаруживало полную безчувственность, безъ того, чтобы это анестезирующее дѣйствіе сопровождалось какими-либо вредными для здоровья послѣдствіями. Послѣ этого Ледюкъ рѣшилъ испытать анестезирующее дѣйствіе тока на самомъ себѣ. Напряжение тока было увеличено до 50 влт.; электроды, смоченные для усиленія эффекта растворомъ соли, прикладывались одинъ ко лбу, другой къ спинѣ, такъ что дѣйствію тока поддавались головной и часть спинного мозга. По истеченіи 10 минутъ дѣйствія тока наступала полная безчувственность; просыпаніе совершалось тотчасъ же послѣ перерыва тока, безъ какого-либо неприятнаго ощущенія и безъ тѣхъ неприятныхъ послѣдствій, которыми сопровождается наркозъ хлороформомъ, эфиромъ и т. д.; наоборотъ, Ледюкъ утверждаетъ, что прекращеніе электрическаго наркоза вызываетъ даже пріятное чувство освѣженія. Опыты эти продолжаются.

Опыты передачи звуковъ при помощи электрическихъ волнъ. При повтореніи извѣстныхъ опытовъ Симона и Дуделля съ помощью вольтовой дуги Нуссбаумеръ попробовалъ восполь-



Фиг. 8.

зоваться возникающими при этомъ переменными токами для возбужденія индукціонной катушки. Такъ какъ послѣдняя заключала въ себѣ желѣзный сердечникъ, то для полученія покоей дуги оказалось



Фиг. 9.

въ этомъ случаѣ необходимымъ включить добавочную емкость параллельно вольтовой дугѣ, какъ то показываетъ фиг. 8.

Источникомъ тока служила городская линия, дающая 150 влт. Реостатомъ R токъ регулировался такъ,

что амперметръ A_2 показывалъ два ампера. Конденсаторъ C_1 , включенный параллельно дугѣ L, имѣлъ емкость 15 микрофарадъ, конденсаторъ C_2 —3 микрофарадъ. Амперметръ A_2 показывалъ 12 амперъ, A_3 —3 ампера. При такомъ расположеніи во вторичной цѣпи индукціонной катушки J, въ искровомъ промежуткѣ f получался потокъ искръ длиной около 2 см., издававшій точно такой же звукъ, какъ дуга L. Нуссбаумеръ воспользовался этимъ явленіемъ для передачи звуковъ на разстояніе. Схема предлагаемаго имъ расположенія видна изъ фиг. 9. M представляетъ здѣсь микрофонъ, включенный въ цѣпь батареи B. Колебанія тока, вызываемыя микрофономъ въ трансформаторѣ Tr, возбуждаютъ потокъ искръ въ искровомъ промежуткѣ f, колебанія которыхъ передаются по системѣ Брауна магитъ станиціи отправленія A. Приемная станиця заключаетъ въ себѣ, какъ обыкновенно, магиту A', когереръ F, мѣстную батарею B и телефонъ T. Мелодіи, которыя поются въ микрофонъ M, передаются совершенно чисто и отчетливо. (Physikalische Zeitschrift).

Примѣненіе рентгеновскихъ лучей къ изслѣдованію кабелей. Какъ извѣстно, въ изолировкѣ кабелей часто попадаютъ постороннія включения, пузырьки воздуха и т. п., оказывающіе очень вредное вліяніе на прочность кабеля. Такая неоднородность гуттаперчевого слоя можетъ быть легко обнаружена при помощи рентгеновскихъ лучей и для подобныхъ изслѣдованій берлинская фирма „Elektrizitätsgesellschaft Sanitas“ построила очень удобный аппаратъ. Аппаратъ этотъ состоитъ изъ ящика, установленнаго на передвижной (на колесахъ) желѣзной подставкѣ и заключающаго въ себѣ индукціонную катушку, конденсаторъ, прерыватель тока (система „Водаль“) и маленькій электродвигатель для послѣдняго. На передней стѣнкѣ ящика укрѣплена распределительная доска съ двумя предохранителями, двумя реостатами (рычажнымъ для регулировки первичнаго тока и скользящимъ для прерывателя тока), включателями для индукціонной катушки и маленькаго двигателя и, наконецъ, двумя зажимами для приключенія главнаго тока. На крышкѣ ящика укрѣплена подставка съ двумя роликами, на которыхъ проводится изслѣдуемый кабель, и деревянный зажимъ для рентгеновской трубки. Наконецъ, надъ этой подставкой находится „крипоскопъ“ съ флуоресцирующимъ экраномъ, на которомъ непосредственно, даже въ незатемненномъ помѣщеніи, ясно выдѣляются всѣ неоднородности въ изолировкѣ передвижаемаго на роликахъ кабеля.

Испытаніе нѣкоторыхъ сортовъ слюды. Э. Вильсонъ. Методъ испытаній, примѣненный авторомъ, состоялъ въ томъ, что слюдяная пластинка помѣщалась между двумя электродами и подвергалась дѣйствію разности потенциаловъ, развиваемой трансформаторомъ переменнаго тока, постепенно повышаемой, пока слюда не пробивалась. Электроды представляли изъ себя диски, имѣвшіе въ диаметръ 25 мм. и въ толщину 1,5 мм. Напряжение регулировалось при помощи измененія силы тока въ первичной обмоткѣ трансформатора. Измѣренія производились по возможности быстро и только въ нѣкоторыхъ образцахъ, представлявшихъ значительное сопротивленіе разряду, замѣчено было нагрѣваніе слюды у краевъ электродовъ.

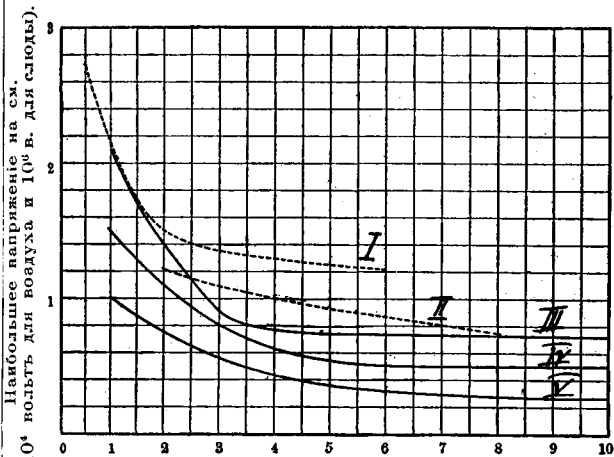
Изслѣдованію подвергалась весьма различныя образчики, но авторъ приводитъ данныя лишь для трехъ сортовъ слюды, которыя болѣе распространены на практикѣ, для изоляціи и устройствъ конденсатора, а именно для рубиновой бенгальской слюды, янтарной канадской и зеленой мадрасской. Результаты опытовъ даны въ видѣ кривыхъ, которыя изображены на прилагаемомъ рисункѣ, рассчитанное на 1 см., необ-

*) См. также Э—во, 1903 г., № 1, стр. 20.

ходимое для пробивания слоя слюды, въ функціи толщины этого слоя (фиг. 10).

Изъ этихъ кривыхъ, что діэлектрическая крѣпость слюды въ тонкихъ пластинкахъ относительно выше, чѣмъ въ толстыхъ, и разница различныхъ сортовъ слюды гораздо рѣзче обнаруживается въ тонкихъ слояхъ. Для сравненія пунктиромъ изображены такія же кривыя для воздуха, нанесенныя, конечно, въ другомъ масштабѣ, причѣмъ верхняя кривая построена для того случая, когда электродами служили два диска, а нижняя для разрядовъ между дискомъ и остриемъ. Эти данныя не слѣдуетъ понимать въ томъ смыслѣ, что удѣльная діэлектрическая крѣпость слюды зависитъ отъ толщины образца. Разность потенциаловъ, необходимая для пробиванія пластинки, зависитъ отъ многихъ условій: отъ формы электродовъ, относительной ихъ величины, разстоянія между ними и материала, изъ котораго они сдѣланы. Всѣ

электролиза получаютъ слѣдующіе. Никкель въ очень хорошемъ видѣ осаждается изъ амміачно-щавелокислаго раствора по истеченіи 50 минутъ изъ горячаго раствора. 40 минутъ—изъ холоднаго, вмѣсто трехъ часовъ, требуемыхъ при обыкновенномъ способѣ электролиза, безъ перемѣшиванія. Цинкъ осаждается хорошо изъ раствора съ уксусной кислотой и уксуснокислымъ натріемъ, еще лучше изъ щелочнаго раствора въ присутствіи цѣанистаго калия, причѣмъ требуемое для полного осажденія время сокращается съ двухъ часовъ до 15 минутъ. Для выдѣленія мѣди (изъ азотнокислаго раствора, съ прибавкой или безъ сѣрной кислоты) требуемое время сокращается съ шести часовъ до 20 минутъ (для осажденія послѣднихъ слѣдовъ мѣди прибавляется немного амміака). Подобное же сокращеніе времени наблюдается и для другихъ металловъ. Для электроаналитическихъ работъ съ перемѣшиваніемъ авторы предлагаютъ спеціальныи, довольно удобно построенный штативъ, изготовляемый фирмой бр. Раакъ (Gebr. Raacke), въ Аахенѣ.



I—воздухъ между двумя дисками. II—воздухъ между дискомъ и остриемъ. III—бенгальская слюда. IV—канадская слюда. V—мадрасская слюда.

Фиг. 10.

эти условия опредѣляютъ распредѣленіе электрической силы у краевъ электродовъ и разряды черезъ воздухъ по поверхности пластинки, отъ которыхъ въ значительной мѣрѣ зависитъ пробиваніе слюдяныхъ пластинокъ. Для иллюстраціи приведемъ такой примѣръ. Двѣ пластинки, толщиной каждая въ 0,07 мм., сложенныя вмѣстѣ, подвергаются испытанію. Оказывается, что разность потенциаловъ, необходимая для пробиванія ихъ, меньше той разности, при которой пробиваются два слюдяныхъ листа, въ 0,05 мм. каждый, если между ними проложенъ станиолевый листъ, т. е. сглажена концентрація силовыхъ линій у краевъ электродовъ.

(The Electrician).

Электролитическое осажденіе металловъ при энергичномъ перемѣшиваніи растворовъ. Сравнительно давно извѣстно, что перемѣшиваніе электролизуемаго раствора оказываетъ очень благоприятное вліяніе на выдѣленіе изъ него металла. Въ послѣднее время этимъ явленіемъ съ успѣхомъ пользуются для электроаналитическихъ цѣлей, и въ этомъ направленіи очень интересна работа А. Фишера и Боддѣрта, показывающая, что при помощи энергичнаго перемѣшиванія можно для большинства металловъ достигнуть очень значительнаго сокращенія требуемаго для полного осажденія времени. Перемѣшиваніе раствора эти авторы производятъ чрезъ анодъ, который приводится въ быстрое вращеніе (600—800 оборотовъ въ минуту) отъ небольшого электродвигателя. Результаты такого способа

Производство азотной кислоты изъ атмосфернаго азота при помощи электричества. Въ дополненіе къ посвященной этому вопросу статьѣ въ прошломъ году *) мы можемъ сообщить еще объ одномъ способѣ электрическаго производства азотной кислоты, изобрѣтенномъ извѣстнымъ физикомъ Биркеландомъ (изобрѣвателемъ электромагнитной пушки) и вкратцѣ описываемомъ въ только что опубликованной датской привилегіи № 7112 (отъ 30 декабря 1903) Биркеланда и Эйде. Сущность этого способа состоитъ въ томъ, что смѣсь азота къ кислородомъ подвергается жару вольтовой дуги, причѣмъ, по мнѣнію изобрѣтателей, частицы этихъ газовъ подъ дѣйствіемъ высокой температуры диссоціируютъ на свободные атомы. Изъ электрической печи диссоціированные газы тотчасъ же попадаютъ въ камеру, въ которой они быстро охлаждаются; здѣсь, благодаря точному соблюденію опредѣленныхъ условий температуры, давления и концентрации, атомы азота и кислорода соединяются между собой въ частицы окисловъ азота. Чрезвычайно интересной особенностью изобрѣтенія Биркеланда и Эйде является способъ, которымъ они пользуются для полученія возможно высокаго коэффициента полезнаго дѣйствія вольтовой дуги на газовую смѣсь: вокругъ вольтовой дуги производится сильное магнитное поле, благодаря которому дуга расширяется и принимаетъ болѣе или менѣе дискообразную форму. По описанію привилегіи такимъ путемъ удается получить пламенный дискъ до 1 метра въ поперечникѣ, вмѣщающій въ себѣ энергію 30 квт. Дѣйствіе такого разряда настолько энергично и остальная часть процесса разработана такъ совершенно, что при помощи 1 квт. получается 650 кило 100% азотной кислоты въ годъ. (Столько же энергіи тратится также и въ способѣ Брадлѣя и Ловежой, но конструкция электрической печи Биркеланда, повидимому, гораздо проще. Способъ Биркеланда подвергается въ настоящее время въ Норвегіи испытанію въ широкомъ масштабѣ. *Редф.*)

БИБЛІОГРАФІЯ.

A. Nouguler. Précis de la théorie du magnétisme et de l'électricité. Paris. Édition Ch. Béranger. 1905.
 А. Нугье. Основанія теоріи магнетизма и электричества. Парижъ. Изд. Ш. Беранже. 1905. Стр. 403+XII, въ 8 б. д. л. Ц. 12 фр. 50.
 Настоящій курсъ, какъ объясняетъ авторъ, долженъ охватывать все то, что необходимо знать ин-

женеру электрику по части математической теории электрических и магнитных явлений. Сообразно съ этимъ назначеніемъ, онъ затрагиваетъ или тѣ вопросы, безъ которыхъ вовсе нельзя приступить къ изученію электрическихъ и магнитныхъ явленій, или же тѣ, которые такъ или иначе больше другихъ могутъ заинтересовать техника и представляютъ специальный интересъ. Обыкновенно въ начальныхъ главахъ общихъ курсовъ по электротехникѣ излагаются основныя представленія о тѣхъ физическихъ явленіяхъ, съ которыми приходится встрѣчаться въ специальной части, и тотъ минимумъ теории, который достаточенъ для пониманія дальнѣйшихъ разсужденій. Ту же цѣль преслѣдуетъ и книга Нугье, авторъ которой, конечно, постарался нѣсколько расширить рамки изложенія, въ виду того, что излагаемая имъ свѣдѣнія предзначаются не для какого нибудь конкретного примѣненія, а должны удовлетворять самымъ различнымъ запросамъ. Поэтому къ книгѣ нельзя предъявлять тѣхъ требованій, которыя умѣстны по отношенію къ курсамъ, написаннымъ на болѣе широкихъ началахъ и задающимся не специально утилизаторными цѣлями. Отъ послѣднихъ можно требовать и ожидать оригинальности, если не идей, то ихъ изложенія, широты научнаго кругозора и синтеза или же педагогической цѣлесообразности. Ни одно изъ этихъ качествъ не отличаетъ разсматриваемую книгу отъ множества другихъ болѣе или менѣе толковыхъ изложеній того же предмета. Авторъ сознается, что въ его произведеніи нельзя найти ничего, принадлежащаго ему лично, что онъ только хотѣлъ достичь болѣе яснаго и короткаго изложенія теории электрическихъ и магнитныхъ явленій. Онъ довольно усердно использовалъ такіе классическіе источники, какъ курсы Маскаръ и Жубера, Жерара и др., ничего оригинальнаго, ничего своего не добавилъ.

Классическая теорія, имѣющая за себя удобства математическаго изложенія и хорошо разработанная съ точки зрѣнія математическаго анализа, не отвѣчаетъ въ равной мѣрѣ требованіямъ физической науки. Формальный характеръ этой теории имѣетъ въ виду скорѣе аналитическаго удобства, чѣмъ интересы физическаго толкованія ея результатовъ. Послѣ первой брешы, сдѣланной въ старой теории изслѣдованіями Максвелля, цѣлый рядъ физиковъ старались согласовать математическую теорію электричества и магнетизма съ реальнымъ основаніемъ ея, физическими явленіями. Эта тенденція современной науки сознаана авторомъ, и онъ оговаривается въ своемъ изложеніи, указывая, на искусственность основаній, на которыхъ построена стройная система теорій. Но тѣмъ не менѣе въ книгѣ трудно отыскать практическаго осуществленія этого законнаго скепсиса, и влияние современныхъ научныхъ представленій мало сказывается на протяженіи всего курса.

Въ нѣкоторыхъ вопросахъ авторъ, кромѣ того, не совѣтъ удачно критикуетъ старую теорію. Если нельзя не согласиться, что въ настоящее время нецѣлесообразно и невозможно строить теорію на принципѣ *actio in distans*, то съ другой стороны странной является другая крайность, въ которую попадаетъ авторъ, подвергая сомнѣнію реальное существованіе электрическихъ массъ и увѣряя читателя, что электрическіе заряды не обладаютъ инерціей. Послѣ открытій, ознаменовавшихъ собою послѣдніе пятилѣтіе въ физической наукѣ, врядъ ли можно говорить о противоположности между электрической и матеріальной массой. Не только теорія, но и опытъ, даютъ возможность убѣдиться, что всякій зарядъ, находясь въ движеніи, обладаетъ извѣстной инерціей, вслѣдствіе реакціи на него электромагнитнаго поля. Критика старой теории съ этой стороны сама оказывается негодной и устарѣлой. Вслѣд-

ствіе указанной точки зрѣнія автора на этотъ вопросъ, въ его собственномъ изложеніи встрѣчаются шероховатости. Такъ, напримѣръ, говоря объ отсутствіи инерціи у электрическихъ массъ и непримѣнимости закона виртуальныхъ перемѣщеній, онъ рядомъ съ этимъ въ примѣчаніи указываетъ на извѣстную динамическую теорію электромагнитныхъ явленій Максвелля, не вдаваясь, впрочемъ, въ объясненія.

Схема книги также не представляетъ ничего оригинальнаго. Глава о магнитныхъ явленіяхъ исходитъ изъ закона Кулона и вся основана на принципѣ дѣйствія на разстояніи. Электростатическія явленія излагаются при помощи обычнаго приѣма, основаннаго на нѣкоторыхъ свойствахъ потенциала, силовыхъ трубокъ и принципа наложенія,—приѣмъ, удобный для элементарнаго изложенія, но несущій слишкомъ эклектическій характеръ. Вліяніе среды, ея діэлектрической постоянной затронуто лишь мимоходомъ, безъ всякаго указанія на перпостепенную важность этого явленія; получается впечатлѣніе, какъ будто все значеніе діэлектрической постоянной сводится къ вліянію на емкости конденсаторовъ. Теоретическое значеніе ея для всей электростатики оставлено безъ вниманія.

Дальнѣйшее изложеніе ничѣмъ не отличается отъ общеупотребительнаго: распространеніе тока по линейнымъ проводникамъ, электромагнетизмъ, электродинамика и электромагнитная индукція — всѣ эти главы написаны просто и ясно, но ничего интереснаго не представляютъ. Можно отмѣтить лишь нѣкоторыя особенности, соотвѣтствующія основной задачѣ курса.

Такъ, цѣлая глава посвящена элементарной теоріи соленоидовъ и электромагнитовъ, при чемъ главнымъ образомъ въ ней развивается понятіе объ магнитной цѣпи. Отдѣльная глава посвящена также перемѣнному току. Въ ней даются основныя свѣдѣнія, необходимыя для электротехника, начальныя представленія о графическомъ методѣ и употребленіи мнимыхъ величинъ въ анализѣ періодическихъ функций. Еще болѣе специальной по содержанію является слѣдующая глава, въ которой находимъ теорію разсѣянія магнитной энергіи, т. е. теорію гистерезиса и токовъ Фуко.

Особое прибавленіе къ курсу предназначено, по видимому, для лицъ, интересующихся специально математической стороной теории потенциала. Оно имѣетъ цѣлью пополнить тѣ пробѣлы, которые для краткости оставлены въ курсѣ незаполненными. Изящество математической теории, конечно, можетъ доставить глубокое удовольствіе всякому, рѣшившему посвятить свой досугъ изученію этой главы, но она не находится въ соотвѣтствіи съ общимъ направленіемъ книги и не представляетъ связи съ тѣмъ, что изложено по этой части въ своемъ мѣстѣ. Для лицъ, неопытныхъ въ математическомъ анализѣ, особая глава посвящена изложенію началъ теории линейныхъ дифференціальныхъ уравненій.

Въ заключеніе можемъ повторить, что книга не имѣетъ цѣлью дать научно цѣнное изложеніе предмета, а имѣетъ гораздо болѣе узкую и специальную задачу. Съ этой послѣдней авторъ справился, но не далъ ничего такого, что могло бы привлечь вниманіе. Какъ учебникъ, книга Нугье ничѣмъ не отличается отъ обычныхъ курсовъ, и носитъ отпечатокъ довольно безразличнаго эклектизма. Всякій интересующійся теоріей электричества и магнетизма врядъ ли удовлетворится ею и можно указать рядъ такихъ курсовъ, которые лучше даннаго отвѣтили бы на его запросы.

Д. Р.