№ 17. 1897. СЕНТЯБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

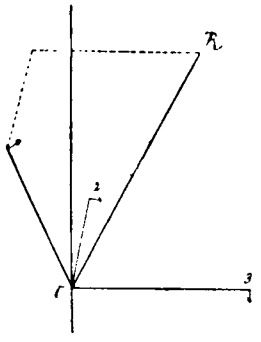
Графическіе пріемы въ практикѣ перемѣнныхъ токовъ.

Область практическаго примѣненія перемѣнныхъ токовъ малой и большой силы расширяется часъ отъ часу. Графическіе методы, получившіе широкое распространеніе съ легкой руки Блекслея, оказываютъ большую услугу электротехникамъ, давая возможность находить простымъ и нагляднымъ путемъ рѣшенія вопросовъ, требующихъ зачастую сложныхъ аналитическихъ выкладокъ.

Примѣры подобнаго рода рѣшеній можно привести въ любомъ числѣ изъ разныхъ отраслей электротехники:—при электротехническихъ измѣреніяхъ, при разсчетѣ установокъ перемѣннаго тока — однофазнаго и многофазнаго, — въ вопросахъ, касающихся функціонированія генераторовъ, электродвигателей, трансформаторовъ и цѣлаго ряда вспомогательныхъ аппаратовъ и приспособленій, пользованіе графическими пріемами пустило глубокіе корни.

Въ сферѣ перемѣнныхъ токовъ приходится имѣть дѣло съ величинами (электровозбудительная сила, сила тока, магнитный потокъ), измѣняющимися періодически въ функціи времени; въ основѣ графическихъ пріемовъ лежитъ допущеніе, что періодическое измѣненіе этихъ величинъ происходитъ по закону простѣйшей гармонической функціи-синусоиды. Въ дѣйствительности это далеко не всегда имѣетъ мѣсто, однако для требуемой практикой точности такое допущеніе вполнѣ законно.

Всякая величина, измѣняющаяся періодически по закону синусоиды съ n періодами въ секунду, можетъ быть представлена вращающимся съ угловой скоростью $2\pi n$ радіусомъ векторомъ, равнымъ по длинѣ амплитудѣ измѣняющейся величины; проекціи вращающагося радіуса вектора на неподвижное направленіе даютъ мгновенныя значенія этой величины; уголъ, составляемый радіусомъ векторомъ съ неподвижнымъ направленіемъ, указываетъ на фазу измѣняющейся величины.



Фиг. 1.

Дѣйствуютъ въ цѣпи нѣсколько электровозбудительныхъ силъ, измѣняющихся по закону синусоиды, одинаковаго числа періодовъ, но различныхъ амплитудъ и фазъ, то, очевидно, графически изобразятся онѣ пучкомъ радіусовъ векторовъ различной длины, составляющихъ между собой углы, соотвѣтствующіе разницѣ въ фазахъ между данными электровозбудительными силами. Равнодѣйствующая этихъ электровозбудительныхъ силъ найдется на амплитудѣ и фазѣ геометрическимъ сложеніемъ радіусовъ векторовъ или, что то же, изобразится замыкающей стороной построеннаго на нихъ полигона фиг. 1.

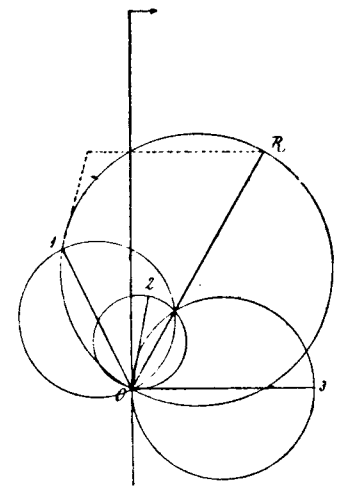
Описанный графическій способъ аналогиченъ извѣстной діаграммѣ Мюллера, примѣняемой при расчетѣ и уясненіи дѣйствія золотниковаго парораспредѣленія въ паровыхъ машинахъ. Впервыя примѣненъ онъ систематически къ задачамъ перемѣннаго тока Блекслеемъ.

Второй пріемъ графическаго изображенія, данный Штейнмецемъ, представляетъ собою аналогію полярной діаграммѣ Цейнера, употребляемой для той же цѣли, что и діаграмма Мюллера.

Каждой періодически измѣняющейся по закону синусоиды величинѣ соотвѣтствуетъ здѣсь окружность круга, построеннаго на діаметрѣ, равномъ по длинѣ амплитудѣ этой величины; отрѣзки, отсѣкаемые окружностью на прямой, вращающейся съ угловой скоростью $2\pi n$ вокругъ одного изъ концовъ діаметра, даютъ мгновенныя значенія измѣняющейся величины.

Нѣсколько электровозбудительныхъ силъ, дѣйствующихъ въ цѣпи, изобразятся соотвѣтственнымъ числомъ окружностей, построенныхъ на діаметрахъ, равныхъ по длинѣ амплитудамъ электровозбудительныхъ силъ; діаметры эти выходятъ изъ одной точки и составляютъ между собой углы, соотвѣтствующіе разницѣ въ фазахъ между электровозбудительными силами. Фиг. 2.

Способъ этотъ представляетъ сравнительно съ первымъ то преимущество, что даетъ возможность наглядно прослѣдить измѣненія каждой періодически измѣняющейся величины въ теченіе всего періода; кромѣ того, при этомъ способѣ легко построить полярныя діаграммы и для производныхъ величинъ.



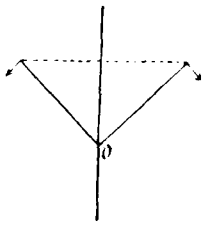
Фиг. 2.

Такъ какъ въ теоріи и практикѣ перемѣнныхъ токовъ приходится оперировать обыкновенно съ амплитудами или же съ дѣйствительными значеніями періодически измѣняющихся величинъ, то наибольшимъ распространеніемъ пользуется первый способъ.

Возможенъ еще третій способъ графическаго изображенія, заключающійся въ томъ, что измѣняющаяся періодически по закону синусоиды величина изображается двумя радіусами векторами, равными по длинѣ половинѣ амплитуды измѣняющейся величины и вращающимися съ одинаковой угловой скоростью $2\pi n$ въ противоположныхъ направленіяхъ. Фиг. 3.

Очевидно, что этотъ способъ есть лишь усложненіе перваго способа; но примѣнительно къ періодически измѣняющимся магнитнымъ потокамъ онъ получаетъ особое значеніе, благодаря тому, что является выраженіемъ

теоремы Феррариса о разложеніи періодически измѣняющагося магнитнаго потока на два постоянныхъ вращающихся.

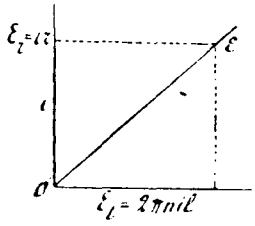


Фиг. 3.

Въ цѣпи, протекаемой перемѣннымъ токомъ, кромѣ омическаго сопротивленія, приходится имѣть дѣло съ явленіемъ самоиндукціи, обусловливаемымъ періодическими колебаніями въ силѣ тока.

Введенная извнѣ въ цѣпь съ омическимъ сопротивленіемъ r и коэффиціентомъ самоиндукціи l періодически измѣняющаяся электровозбудительная сила амплитуды E должна преодолѣть не только потерю напряженія $E_r = i \cdot r$, но и электровозбудительную силу самоиндукціи $E_l = 2\pi nil$, отстающую въ фазѣ отъ тока i на $\frac{\pi}{2}$.

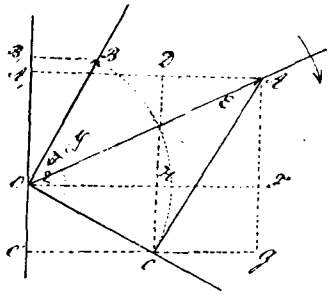
Для построенія діаграммы необходимо, значитъ, разложить данную электровозбудительную силу E на двѣ слагающія, пропорціональныя r и $2\pi nl$, при чемъ послѣдняя должна опережать первую въ фазѣ на $\frac{\pi}{2}$. Фиг. 4.



Фиг. 4.

Изъ діаграммы видимъ, что самоиндукція, причиняя кажущееся увеличеніе сопротивленія цѣпи въ отношеніи $1 : \cos\varphi$, вызываетъ еще отставаніе тока i въ фазѣ отъ электровозбудительной силы E на уголъ φ.—Легко найти графически выраженіе для энергіи, развиваемой перемѣннымъ токомъ въ цѣпи съ самоиндукціей.

Будемъ вращать нашу діаграмму съ угловою скоростью $2\pi n$. Мгновенныя значенія силы тока i и электровозбудительной силы E, соотвѣтствующія произвольно взятому на фиг. 5 моменту, изобразятся отрѣзками OB' и OA', и мгновенное значеніе развиваемой въ этотъ моментъ энергіи произведеніемъ OB' . OA'; равнымъ образомъ, мгновенныя значенія силы тока, электровозбудительной силы и энергіи, отвѣчающія моменту, на четверть періода отстающему отъ предшествующаго, будутъ BB' . AA' и BB' . AA'.



Фиг. 5.

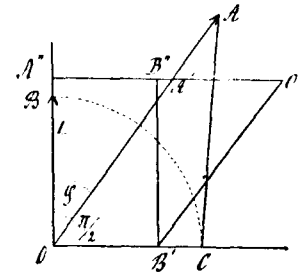
Среднее значеніе развиваемой перемѣннымъ токомъ энергіи въ теченіе этихъ двухъ моментовъ будетъ $\frac{1}{2}$ (OA' . OB' + AA' . BB').

Изъ фиг. 5 не трудно видѣть, что, если OC = и ⊥ OB, то OB' = CC' и BB' = OC' и, слѣдовательно, $\frac{1}{2}$ (OA' . OB' + AA' . BB') = $\frac{1}{2}$ (OA' CC' + AA' OC') = $\frac{1}{2}$ (площ. OA'DH + площ. OFGC') = площ. AOC.

Но площадь трехугольника AOC есть величина постоянная, независящая отъ положенія вращающейся діаграммы относительно неподвижнаго направленія; отсюда слѣдуетъ, что среднее значеніе развиваемой перемѣннымъ токомъ энергіи въ теченіе каждыхъ двухъ моментовъ, отстающихъ одинъ отъ другого на четверть періода, выражается площадью трехугольника AOC, т. е. площадью этого треугольника AOC и измѣряется энергія, развиваемая перемѣннымъ токомъ въ цѣпи съ самоиндукціей.

Итакъ, если на фиг. 6 OA = E и OB = i, φ уголъ разности фазъ между E и i, то для нахожденія энергіи перемѣннаго тока нужно сдѣлать OC = и ⊥ OB и спланиметрировать площадь трехугольника AOC.

Такъ какъ площадь трехуг. AOC = $\frac{1}{2}$ OA OC Sin ∟ AOC, то аналитически выразится энергія перемѣннаго тока произведеніемъ $\frac{E\ i}{2} \cos\varphi$.



Фиг. 6.

Употребляемые при перемѣнномъ токѣ амперометры и вольтметры (электродинамометры, амперъ-вѣсы, электрометры, тепловые амперометры и вольтметры и проч.) измѣряютъ среднія ариѳметическія изъ квадратовъ мгновенныхъ значеній силы тока или напряженія. Корень квадратный изъ такого средняго ариѳметическаго изъ квадратовъ мгновенныхъ значеній тока или напряженія именуется дѣйствительнымъ значеніемъ силы тока или напряженія.

Между дѣйствительными значеніями и амплитудами перемѣннаго тока или напряженія существуетъ опредѣленное соотношеніе.

Пусть OA изобразитъ амплитуду напряженія E; вращая OA съ угловой скоростью $2\pi n$ вокругъ O и проэктируя на неподвижное направленіе будемъ имѣть мгновенныя значенія напряженія; одно изъ такихъ мгновенныхъ значеній, соотвѣтствующее произвольно взятому моменту, есть OA'; мгновенное значеніе, отвѣчающее моменту, отстающему отъ перваго на четверть періода, будетъ A'A; изъ фиг. 5 явствуетъ, что

$$\overline{OA'}^2 + \overline{A'A}^2 = \overline{OA}^2$$

или:

$$\frac{\overline{OA'}^2 + \overline{A'A}^2}{2} = \frac{\overline{OA}^2}{2}.$$

Такъ какъ OA величина постоянная, независящая отъ положенія радіуса вектора OA относительно неподвижнаго направленія, то среднее ариѳметическое изъ квадратовъ мгновенныхъ значеній напряженія для каждыхъ двухъ моментовъ, отстающихъ одинъ отъ другого на четверть періода, равняется $\frac{\overline{OA}^2}{2} = \frac{E^2}{2}$;

слѣдовательно дѣйствительное значеніе E' напряженія

равно $E' = \sqrt{\frac{E^2}{2}} = \frac{E}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ E$.

Равнымъ образомъ дѣйствительное значеніе i' силы тока будетъ $i' = \sqrt{\frac{i}{2}} = 0{,}707 \cdot i$.

Для развиваемой перемѣннымъ токомъ энергіи получимъ поэтому выраженіе

$$E' \cdot i' \cos\varphi;$$

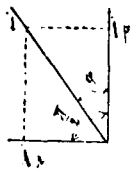
графически изобразится эта энергія площадью параллелограмма OA'O'B' или прямоугольника OB'B''A'' на фиг. 6, если OA' = E' и OB' = i'.

При построеніи діаграммы фиг. 4 для цѣпи съ сопротивленіемъ и самоиндукціей принималось, что въ цѣпи дѣйствуютъ двѣ электровозбудительныя силы E и E_l, вызывающія въ сопротивленіи r токъ i. Если мы спроэктируемъ токъ i на направленіе электровозбудительной силы E и перпендикулярное къ нему направленіе, то получимъ діаграмму фиг. 7.

По этой діаграммѣ мы имѣемъ въ цѣпи два тока и одну электровозбудительную силу; токъ i_p, совпадающій въ фазѣ съ электровозбудительной силой E, называется рабочимъ токомъ, т. к. развиваемая перемѣннымъ токомъ энергія выражается произведеніемъ *) $\frac{i_p \cdot E}{2}$; токъ i_l, отстающій въ фазѣ отъ E на $\frac{\pi}{2}$, называется лѣ-

*) Если E и i — амплитуды напряженія и тока.

нивымъ токомъ. Само собою разумѣется, что въ цѣпи протекаетъ въ дѣйствительности лишь одинъ токъ i, дѣйствительное значеніе котораго и измѣряется амперометромъ.



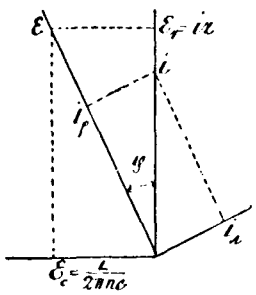
Фиг. 7.

Эта точка зрѣнія на происходящія въ цѣпи съ самоиндукціей явленія въ общемъ болѣе искусственна, чѣмъ первая, такъ какъ токовъ i_p и $i_л$ отдѣльно измѣрить нельзя, тогда какъ слагающія E_l и E_r электровозбудительной силы E могутъ быть измѣрены непосредственно, если отдѣлить сопротивленіе отъ самоиндукціи, замѣнивъ цѣпь съ сопротивленіемъ r и коэффиціентомъ самоиндукціи l послѣдовательно включенными неиндуктивнымъ сопротивленіемъ той же величины r и соленоидомъ съ тѣмъ же коэффиціентомъ самоиндукціи l и незначительнымъ по сравненію съ r сопротивленіемъ.

Пользованіе діаграммой токовъ представляетъ выгоды въ большинствѣ случаевъ практики, въ коихъ избѣгаютъ коэффиціентовъ самоиндукціи; кромѣ того, при пользованіи этой діаграммой легче принять во вниманіе потери на гистерезисъ и токи Фуко и проч.

Въ концѣ концовъ предпочтеніе той или иной діаграммѣ отдается въ зависимости отъ характера данныхъ величинъ и отъ свойствъ самаго вопроса.

Емкость играетъ въ практикѣ перемѣнныхъ токовъ гораздо менѣе важную роль сравнительно съ самоиндукціей. Діаграмма цѣпи съ сопротивленіемъ r и емкостью c получится, если разложимъ введенную извнѣ электровозбудительную силу E на двѣ слагающія E_r и E_c пропорціональныя r и $\frac{1}{2\pi nc}$ при чемъ послѣдняя отстаетъ въ фазѣ отъ первой на $\frac{\pi}{2}$.



Фиг. 8.

Въ діаграммѣ токовъ для этой цѣпи лѣнивый токъ $i_л$ опережаетъ въ фазѣ рабочій i_p на $\frac{\pi}{2}$.

Емкость величины c можетъ быть разсматриваема, какъ самоиндукція $l = -\frac{1}{(2\pi n)^2 . c}$; такимъ образомъ діаграмма цѣпи съ сопротивленіемъ, самоиндукціей и емкостью сводится къ болѣе простому случаю цѣпи со сопротивленіемъ и самоиндукціей.

Имѣетъ мѣсто въ цѣпи взаимоиндукція,—діаграмма значительно усложняется. Кромѣ самоиндукціи и омическаго сопротивленія первичной цѣпи, введенная въ нее извнѣ электровозбудительная сила должна преодолѣть еще электровозбудительную силу взаимоиндукціи вторичной цѣпи на первичную; для опредѣленія величины и фазы этой электровозбудительной силы необходимо построить діаграмму вторичной цѣпи.

Здѣсь такъ же, какъ и въ простѣйшемъ случаѣ цѣпи съ сопротивленіемъ и самоиндукціей, пользуются или діаграммой электровозбудительныхъ силъ, для чего необходимо знать коэффиціенты самоиндукціи и взаимоиндукціи, или же оперируютъ съ токами и амперъ-оборотами и порождаемыми ими магнитными потоками. Не останавливаясь долѣе на общемъ разсмотрѣніи графическихъ пріемовъ, постараемся показать выгоду и удобство пользоваться ими на рядѣ элементарныхъ примѣровъ, взятыхъ изъ разныхъ областей электротехники.

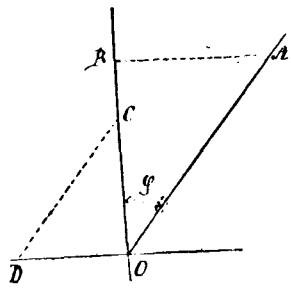
А. Электротехническія измѣренія.

1. Опредѣлить коэффиціентъ самоиндукціи соленоида, омическое сопротивленіе r котораго извѣстно.

Измѣряютъ напряженіе E между концами соленоида и силу тока i въ немъ.

Если на фиг. 9 $OA = E$, $OC = r$ и $OB = ir$, то отрѣзокъ BA даетъ электровозбудительную силу самоиндукціи E_l и $OD = 2\pi . n . l$; зная число періодовъ n перемѣннаго тока въ секунду, найдемъ l.

Если сопротивленіе r соленоида очень мало, то включаютъ послѣдовательно съ соленоидомъ неиндуктивное сопротивленіе извѣстной величины R и дѣлаютъ $OC = r + R$. Коэффиціентъ самоиндукціи l по прежнему будетъ $l = \frac{OD}{2\pi n}$ (см. фиг. 9).



Фиг. 9.

Въ этомъ случаѣ можно обойтись безъ амперометра, т. к., измѣряя напряженіе между концами сопротивленія R и дѣля его на R, получимъ i.

2. Другой способъ для измѣренія коэффиціента самоиндукціи слѣдующій. Измѣряютъ сопротивленіе соленоида по способу Уитстонова мостика при помощи постояннаго тока, затѣмъ этимъ же способомъ при помощи перемѣннаго тока, замѣняя гальванометръ электродинамометромъ.

Если первое измѣреніе даетъ r омовъ, второе r', и если на фиг. 9 $OB = r$ и $OA = r'$, то:

$$BA = 2\pi nl,$$

откуда

$$l = \frac{BA}{2\pi n}$$

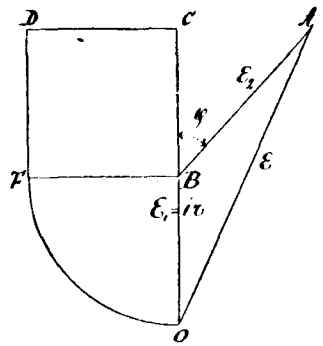
3. Опредѣлить графически уголъ разности въ фазахъ между напряженіемъ и токомъ въ цѣпи самоиндукціей, омическое сопротивленіе r которой извѣстно.

Измѣряютъ напряженіе E и токъ i, тогда, если на фиг. 9 $OA = E$ и $OB = i . r$, уголъ $\varphi = \angle AOB$ и даетъ намъ мѣру разности въ фазахъ между E и i.

4. Для опредѣленія угла разности въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ какомъ-либо потребляющемъ токъ аппаратѣ можно поступать слѣдующимъ образомъ

Включаютъ послѣдовательно съ аппаратомъ неиндуктивное сопротивленіе и измѣряютъ затѣмъ общее напряженіе E, напряженіе между концами неиндуктивнаго сопротивленія E_1 и напряженіе между зажимами аппарата E_2.

E должно быть геометрической суммой E_1 и E_2 отсюда фиг. 10.



Фиг. 10.

Такъ какъ токъ въ нашей цѣпи находится въ одинаковой фазѣ съ E_1, то уголъ φ между E_2 и E_1 и будетъ искомымъ угломъ разности въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ аппаратѣ.

5. Измѣрить, при помощи вольтметра энергію перемѣннаго тока, въ цѣпи съ самоиндукціей. Включаютъ послѣдовательно съ аппаратомъ неиндуктивное сопротивленіе r и измѣряютъ одновременно или послѣдовательно одно за другимъ напряженія E, E_1, E_2.

Величины поглощаемой въ аппаратѣ съ самоиндукціей энергіи выразится площадью прямоугольника BCDF на фиг. 10, дѣленной на сопротивленіе r или произведеніемъ $\frac{BO . BC}{r}$.

Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ BAC и OAC легко видѣть, что:

$$BO . BC = \frac{1}{2}(\overline{OA}^2 - \overline{BA}^2 - \overline{OB}^2)$$

отсюда слѣдуетъ

$$\frac{BO \cdot BC}{r} = \frac{1}{2} \cdot \frac{E^2 - E_2^2 - E_1^2}{r}.$$

Это такъ называемый способъ трехъ вольтмеровъ, хотя для измѣренія достаточно и одного вольтметра съ коммутаторомъ.

Графически можно показать также, что при данной величинѣ E наибольшая точность способа имѣетъ мѣсто при $E_1 = E_2$.

6. Въ тѣхъ случаяхъ, когда не имѣется въ распоряженіи напряженіе, значительно большее таковаго между зажимами аппарата съ самоиндукціей, для измѣренія энергіи, поглощаемой въ этомъ аппаратѣ, можно пользоваться способомъ трехъ амперометровъ.

Параллельно съ аппаратомъ включаютъ неиндуктивное сопротивленіе r и измѣряютъ общую силу тока i, силу тока въ аппаратѣ i_2 и неиндуктивномъ сопротивленіи—i_1.

Діаграмма будетъ совершенно тождественна съ фиг. 10, только отрѣзки OA, OB и BA будутъ обозначать не напряженія, а токи i, i_1, i_2, поглощаемая въ аппаратѣ съ самоиндукціей энергія измѣряется площадью прямоугольника BCDF, помноженной на сопротивленіе r, или произведеніемъ $r \cdot BO \cdot BC$.

Но такъ какъ

$$BO \cdot CB = \frac{1}{2}(\overline{OA}^2 - \overline{BA}^2 - \overline{OB}^2)$$

то мы получимъ для измѣряемой энергіи выраженіе

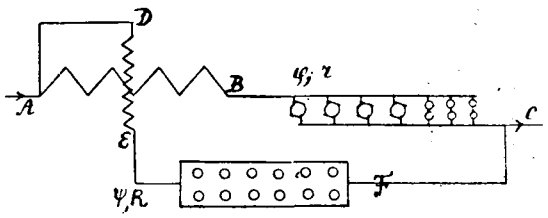
$$r \cdot BO \cdot BC = \frac{r}{2}(E^2 - E_2^2 - E_1^2).$$

Наибольшая точность имѣетъ мѣсто при $i_1 = i_2$.

7. Употребленіе ваттметра въ цѣпи съ самоиндукціей или емкостью.

Къ показаніямъ ваттметра сист. Ганца и К°, правильнымъ при постоянномъ токѣ, приходится при перемѣнномъ токѣ дѣлать поправку, зависящую отъ коэффиціента самоиндукціи тонкой катушки ваттметра и отъ разности въ фазахъ между напряженіемъ и токомъ въ цѣпи.

Пусть ваттметръ включенъ въ цѣпь такъ, какъ это показано на фиг. 11, гдѣ AB толстая катушка ватт-



Фиг. 11.

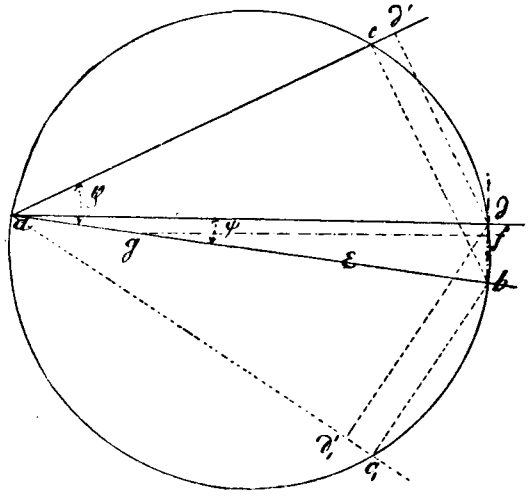
метра, протекаемая главнымъ токомъ; DE—тонкая неподвижная катушка лежащая въ отвѣтвленіи; EF—магазинъ неиндуктивнаго сопротивленія; BC—индуктивная нагрузка, напр. дуговыя лампы съ реактивными катушками, электродвигатели и проч.

Пусть, далѣе, φ и ψ углы различія въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ цѣпи толстой и тонкой катушекъ, r и R—омическое сопротивленіе одной и другой цѣпи, E—напряженіе между A и C. Діаграмма обѣихъ цѣпей будетъ фиг. 12. Энергія поглощаемая въ цѣпи ABC, будетъ $\frac{ac \cdot ac}{r}$; показываемыя ваттметромъ энергія равна $\frac{ac \cdot ad'}{r}$.

Отсюда для корректирующаго множителя k найдемъ

$$k = \frac{ac \cdot ac}{r} : \frac{ac \cdot ad'}{r} = \frac{ac}{ad'}.$$

Такимъ образомъ величина множителя k, на который слѣдуетъ помножить даваемыя ваттметромъ значенія энергіи, легко находится графически для любыхъ значеній φ и ψ.



Фиг. 12.

Изъ фиг. 12 видно далѣе, что множитель k можетъ быть больше или меньше единицы въ зависимости отъ величины и знака угловъ φ и ψ. Обыкновенный ваттметръ съ небольшой самоиндукціей тонкой катушки показываетъ больше, чѣмъ слѣдуетъ въ цѣпи съ самоиндукціей, такъ какъ въ этомъ случаѣ, какъ видно изъ фиг. 12: $k = \frac{ac}{ad'} < 1$; и меньше, чѣмъ слѣдуетъ въ цѣпи съ емкостью, такъ какъ тогда $k = \frac{ac_1}{ad'_1} > 1$.

Изъ этой же фиг. 12 слѣдуетъ, что показанія ваттметра не нуждаются въ поправкѣ при $\psi = 0$ и $\psi = \varphi$, а также при $\varphi = 0$, такъ какъ въ этихъ случаяхъ $k = 1$.

Для одного и того же угла φ различія въ фазахъ между напряженіемъ и токомъ въ главной цѣпи существуютъ два различныя значенія ψ, при коихъ k имѣетъ ту же величину, какъ это слѣдуетъ изъ того обстоятельства, что dd' сѣчетъ окружность въ двухъ точкахъ.

Уголъ ψ можетъ быть сдѣланъ произвольно малымъ и, стало быть, k произвольно близкимъ къ 1 при помощи увеличенія сопротивленія R магазина, но при этомъ чувствительность ваттметра уменьшается. Легко опредѣлить графически величину сопротивленія R магазина, при коемъ для даннаго значенія φ ошибки въ показаніяхъ ваттметра лежатъ въ требуемыхъ предѣлахъ, т. е. множитель k не превышаетъ данной величины. Для этого стоитъ только на сторонѣ ac угла φ (фиг. 12) отложить отрѣзокъ $ad' = k \cdot ac$ и изъ d' провести $d'd$ параллельно съ cb; уголъ dab и будетъ $= \psi$. Если сдѣлаемъ $bf = 2\pi nl$, гдѣ n число періодовъ перемѣннаго тока въ секунду, l коэффиціентъ самоиндукціи тонкой катушки, и проведемъ $fg \parallel da$, то bg дастъ намъ мѣру искомаго сопротивленія R.

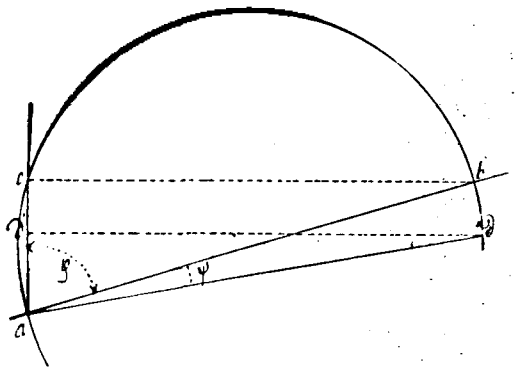
Если вслѣдствіе какихъ либо обстоятельствъ цѣпь тонкой катушки будетъ обладать емкостью, то такой ваттметръ будетъ показывать меньше, чѣмъ слѣдуетъ, въ цѣпи съ самоиндукціей, и больше, чѣмъ слѣдуетъ, въ цѣпи съ емкостью.

Такое явленіе въ очень рѣзкой формѣ пришлось наблюдать проф. Флемингу *) при пользованіи ваттметромъ Свинбурна; неподвижная катушка этого ваттметра была укрѣплена на металлическихъ стержняхъ и самый аппаратъ былъ расположенъ на латунномъ основаніи. При измѣреніяхъ, производимыхъ при помощи этого ваттметра надъ трансформаторами Свинбурна съ разомкну-

*) См. Wechselstrom—Transformatoren v. C. Feldmann. 2-я часть, стр. 258.

той магнитной цѣпью, показанія ваттметра были почти вдвое меньше дѣйствительно расходуемой въ трансформаторахъ энергіи.

Такая большая ошибка въ показаніяхъ ваттметра нашла свое объясненіе въ томъ, что уголъ разности φ въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ трансформаторахъ съ разомкнутой магнитной цѣпью очень значителенъ, такъ что очень малому значенію угла ψ, обусловливаемому емкостью неподвижной катушки, вызванной вышеупомянутыми недостатками въ конструкціи ваттметра, могло соотвѣтствовать значеніе множителя k гораздо большее единицы; въ этомъ легко убѣдиться, взглянувъ на фиг. 13.



Фиг. 13.

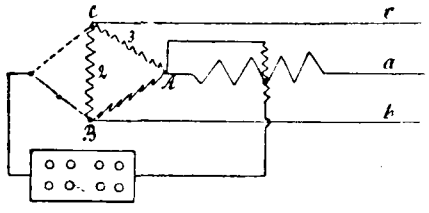
Изъ фиг. 12 легко найти аналитическое выраженіе для множителя k; дѣйствительно.

$$k = \frac{ca}{ad'} = \frac{\mathrm{Cos}\varphi}{\mathrm{Cos}\psi . \mathrm{Cos}(\varphi - \psi)} =$$

$$= \frac{\mathrm{Cos}\varphi}{\mathrm{Cos}^2\psi . \mathrm{Cos}\varphi + \mathrm{Cos}\psi . \mathrm{Sin}\psi . \mathrm{Sin}\varphi} = \frac{1 + \mathrm{tg}^2\psi}{1 + \mathrm{tg}\psi . \mathrm{tg}\varphi}.$$

8. Примѣненіе ваттметра при измѣреніи энергіи въ цѣпи трехфазнаго тока. Пусть требуется измѣрить энергію, расходуемую въ цѣпи, питающей электродвигатели трехфазнаго тока.

Въ этомъ случаѣ, благодаря одинаковой нагрузкѣ всѣхъ фазъ, можно пользовать однимъ ваттметромъ, включаемымъ такъ, какъ это показано на фиг. 14.



Фиг. 14.

Толстая подвижная катушка включается въ одинъ изъ проводовъ, ведущихъ токъ, напр. a, тонкую катушку послѣдовательно съ магазиномъ сопротивленій однимъ концомъ присоединяютъ къ А, другой приводятъ въ соединеніе посредствомъ коммутатора разъ съ В, другой разъ съ С.

Сумма показаній ваттметра и даетъ мѣру расходуемой въ цѣпи энергіи.

Пусть дѣйствительныя значенія токовъ и электровозбудительныхъ силъ въ фазахъ 1, 2 и 3 будутъ $i_1 = i_2 = i_3$ и $E_1 = E_2 = E_3$; токи въ проводахъ a, b, c, $i_a = i_b = i_c$, тогда діаграммой будетъ фиг. 15.

Поступая съ ваттметромъ, какъ указано выше, мы измѣряемъ, какъ легко видѣть изъ діаграммы, энергію, изображаемую суммою произведеній

$$i_a . E_1\mathrm{Cos}(30^0 + \varphi) + i_a . E_3\mathrm{Cos}[180^0 + (30^0 - \varphi)]$$

или такъ какъ:

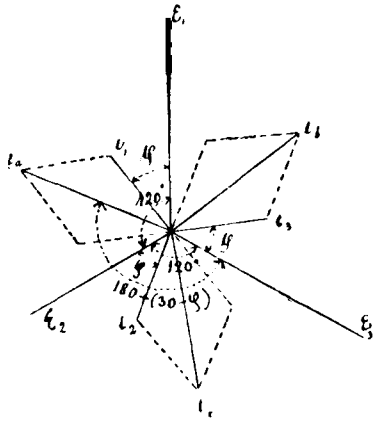
$$E_1 = E_3,$$

$$i_a . E_1\{\mathrm{Cos}(30^0 + \varphi) - \mathrm{Cos}(30^0 - \varphi)\} = 2 i_a E_1 \mathrm{Cos}30^0 . \mathrm{Cos}\varphi =$$

$$= \sqrt{3} . i_a . E_1 . \mathrm{Cos}\varphi,$$

а это и есть расходуемая въ цѣпи трехфазнаго тока энергія.

Такъ же точно легко графически показать, что для измѣренія работы трехфазнаго тока при неравномѣрной нагрузкѣ фазъ достаточно двухъ ваттметровъ и проч.



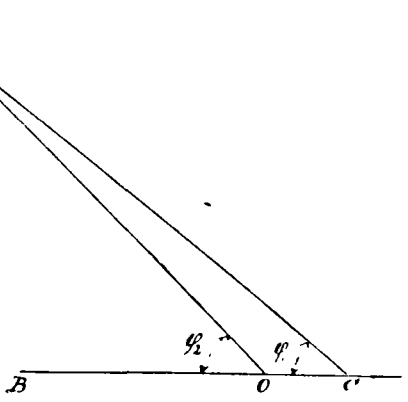
Фиг. 15.

В. Графическое рѣшеніе нѣкоторыхъ вопросовъ при разсчетѣ установокъ перемѣннаго тока.

1. Опредѣлить потерю напряженія въ проводахъ перемѣннаго тока при нагрузкѣ трансформаторами, электродвигателями или при иной какой либо индуктивной нагрузкѣ.

Пусть напряженіе на борнахъ генератора E_1 вольтъ, токъ въ проводахъ i амперъ, сопротивленіе каждаго провода $\frac{L}{k.q} = r$ омъ; токъ отстаетъ въ фазѣ отъ напряженія въ потребляющей энергію цѣпи на уголъ φ_2.

Поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Въ направленіи, прямо противоположномъ радіусу вектору $OB = i$ (см. фиг. 16) откладываемъ отрѣзокъ $OC = 2i . r$; изъ точки С



Фиг. 16.

описываемъ радіусомъ $CD = E_1$ окружность до пересѣченія со стороной ОА угла φ_2 въ точкѣ D; тогда OD и будетъ напряженіемъ E_2 на вторичной станціи.

Одновременно получаемъ и уголъ φ_1 разности въ фазахъ между E_1 и i на первичной станціи.

Возьмемъ примѣръ: $E_1 = 2.000$ вольтъ, $\mathrm{Cos}\,\varphi_2 = 0{,}7$, потеря энергіи въ проводахъ при полной нагрузкѣ 15%.

Дѣлаемъ $OC = 0{,}15E_1$, $CD = E_1$, тогда $OD = E_2 = 1779$, $\mathrm{Cos}\,\varphi_1 = 0{,}77$, какъ видно изъ фиг. 16.

При двухфазномъ токѣ съ тремя проводами нужно брать

$$OC = \sqrt{2} . i . r.$$

При трехфазномъ

$$OC = \sqrt{3} . i . r.$$

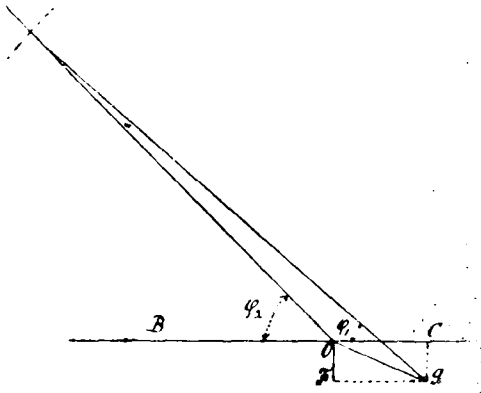
При чемъ i и r, какъ и прежде, обозначаютъ токъ въ каждомъ проводѣ и сопротивленіе одиночнаго провода

2. Если разстояніе, на которое передается электрическая энергія, очень велико, то необходимо при опредѣленіи потери напряженія въ проводахъ принять во вниманіе самоиндукцію проводовъ.

По Kennelly коэффиціентъ самоиндукціи прямаго и обратнаго мѣдныхъ проводовъ толщиной въ d мм., подвѣшенныхъ на разстояніи a мм. одинъ отъ другого при одиночной длинѣ проводовъ въ L километровъ найдется по формулѣ

$$l = 2L\left(0{,}05 + 0{,}467 \log \frac{2a}{d}\right) \cdot 10^{-3} \text{ Генри.}$$

Самоиндукція проводовъ вызываетъ разность въ фазахъ между потерей напряженія въ проводахъ и токомъ въ нихъ. Если принять тѣ же обозначенія, что и въ предшествующемъ примѣрѣ, то придется для полученія вторичнаго напряженія E_2, кромѣ отрѣзка $OC = 2i \cdot r$ въ направленіи, прямо противоположномъ радіусу вектору $OB = i$, отложить еще въ направленіи, отстающемъ отъ OB на $\frac{\pi}{2}$, отрѣзокъ $OF = 2\pi \cdot n \cdot il$, найти геометрическую сумму OG этихъ отрѣзковъ OC и OF и изъ G радіусомъ $GD = E_1$ описать окружность до пересѣченія съ OA въ точкѣ D. OD и будетъ равно E_2. (См. фиг. 17).



Фиг. 17.

Примѣръ:

$E_1 = 6.000$ вольтъ, $\cos\varphi_2 = 0{,}7$, $i = 15$ амперъ.

$L = 30$ к. м., $d = 4{,}5$ мм., $a = 600$ мм.

число періодовъ $n = 60$ въ секунду.

Тогда:

$$l = 2 \cdot 30\left(0{,}05 + 0{,}467 \log \frac{2.600}{4{,}5}\right)10^{-3} =$$

$$= 60 \cdot 1{,}18 \cdot 10^{-3} \cong 0{,}07 \text{ Генри,}$$

и

$$2\pi n l = 377 \cdot 0{,}07 = 27.$$

Для сопротивленія проводовъ найдемъ:

$$2r \cong 70 \text{ омъ.}$$

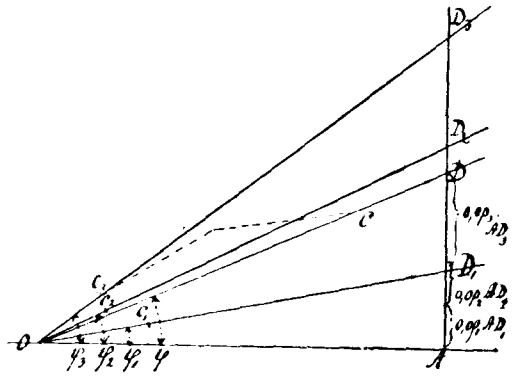
Изъ фиг. 17 найдемъ для $E_2 = 4900$ в.

3. Отъ узловаго пункта расходятся нѣсколько параллельныхъ вѣтвей, расходъ тока i_1, i_2, i_3 и углы разности въ фазахъ φ_1, φ_2, φ_3, между напряженіемъ и токомъ, въ которыхъ извѣстны; опредѣлить разность въ фазахъ между напряженіемъ и токомъ въ узловомъ пунктѣ. Рѣшеніе крайне просто.

На сторонахъ OC_1, OC_2, OC_3 угловъ φ_1, φ_2, φ_3 (см. фиг. 18) откладываемъ отрѣзки $OC_1 = i_1$, $OC_2 = i_2$, $OC_3 = i_3$, находимъ ихъ геометрическую сумму OC; величина отрѣзка OC и составляемый имъ уголъ φ съ OA и будутъ искомыми величинами тока и угла разности въ фазахъ между напряженіемъ и токомъ въ узловомъ пунктѣ.

Если вмѣсто токовъ i_1, i_2, i_3 въ параллельныхъ отвѣтвленіяхъ даны процентуальныя значенія p_1%, p_2%, p_3% поглощаемой въ нихъ энергіи, то проще поступать слѣдующимъ образомъ.

Стороны угловъ φ_1, φ_2, φ_3, продолжаютъ до пересѣченія въ точкахъ D_1, D_2, D_3, съ перпендикуляромъ



Фиг. 18.

AD къ OA, помножаютъ отрѣзки AD_1, AD_2, AD_3, на o,op_1, o,op_2, o,op_3 и откладываютъ сумму полученныхъ отрѣзковъ AD на перпендикулярѣ отъ точки A. Уголъ DOA и будетъ искомымъ угломъ φ.

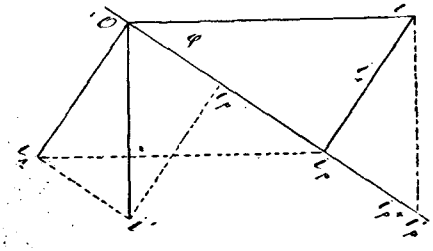
Правильность этого построенія слѣдуетъ изъ уравненія: $tg\,\varphi = o,op_1 \cdot tg\,\varphi_1 + o,op_2 \cdot tg\varphi_2 + op_3 \cdot tg\varphi_3$, которое легко вывести.

4. Изъ Фиг. 18 видно, что уголъ разности въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ узловомъ пунктѣ можетъ быть уменьшенъ, если въ одномъ изъ параллельныхъ отвѣтвленій тѣмъ или инымъ способомъ будетъ вызвано отклоненіе въ фазѣ между токомъ и напряженіемъ въ обратную сторону, т. е. опереженіе токомъ напряженія въ фазѣ.

Такое уменьшеніе различія въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ очень важно, такъ какъ увеличиваетъ работоспособность генераторовъ, уменьшаетъ потерю энергіи и напряженія въ проводахъ и вообще даетъ возможность установкамъ перемѣннаго тока работать болѣе экономично.

Пользованіе конденсаторами для этой цѣли не могло пріобрѣсти практическаго значенія, благодаря трудности устроить хорошо и безъ отказа работающій и притомъ дешевый конденсаторъ. Гораздо бо́льшее значеніе для практики имѣетъ предложенный впервые Свинбурномъ способъ пользованія перевозбужденными синхроническими электродвигателями перемѣннаго или многофазнаго тока. Эти электродвигатели обладаютъ, какъ извѣстно, тѣмъ качествомъ, что при каждой нагрузкѣ измѣненіемъ возбужденія можетъ быть вызвано любое различіе въ фазахъ между токомъ и напряженіемъ въ ту или иную сторону. При опредѣленной величинѣ возбуждающаго тока (зависящей отъ нагрузки) напряженіе и токъ совпадаютъ въ фазахъ при меньшей, т. е. недовозбужденіи, — токъ отстаетъ въ фазѣ отъ напряженія, при перевозбужденіи—опережаетъ его.

Пусть φ и i уголъ различія въ фазѣ и токъ въ



Фиг. 19.

узловомъ пунктѣ. Для того, чтобы сдѣлать $\varphi = o$, очевидно достаточно, чтобы токъ въ цѣпи синхроническаго электродвигателя равнялся слагающей i_1 тока i и опережалъ напряженіе въ фазѣ на $\frac{\pi}{2}$ (См. фиг. 19).

леніи сравнительно съ токомъ въ обмоткѣ I, то магнитные потоки въ первомъ и второмъ сердечникахъ или соотвѣтствующіе имъ амперъ-обороты изобразятся радіусами векторами OI и OII и будутъ, слѣдовательно, разниться въ фазѣ на 120°.

Третій сердечникъ снабжаютъ двумя первичными бомотками: одна изъ нихъ одинакова съ I и питается тѣмъ же токомъ i_1, но въ обратномъ направленіи; другая тождественна съ II и питается токомъ i_2 въ обратномъ направленіи. Изъ фиг. 21 легко видѣть, что магнитный потокъ въ третьемъ сердечникѣ или соотвѣтствующіе ему результирующіе амперъ-обороты OIII — одинаковъ съ таковыми въ первомъ и второмъ сердечникахъ, но разнится отъ нихъ въ фазѣ на 120°.

Такимъ образомъ мы получимъ во вторичныхъ обмоткахъ трансформатора, соединенныхъ звѣздочкой или трехугольникомъ, трехфазный токъ, которымъ и можно питать трехфазные электродвигатели.

Недостатокъ этого способа заключается въ томъ, что при измѣненіи нагрузки трансформатора измѣняется коэффиціентъ самоиндукціи катушки, включенной въ цѣпь обмотки II и это вызываетъ нарушеніе симметричности фазъ и различіе въ ихъ нагрузкѣ.

Необходимо, поэтому, измѣнять коэффиціентъ самоиндукціи катушки сообразно нагрузкѣ, напр., при помощи передвиженія ея желѣзнаго сердечника.

Вмѣсто употребленія трансформатора, можно снабдить электродвигатель *) первичной обмоткой, состоящей изъ трехъ обмотокъ, одинаковыхъ съ I, II и III. — Такіе электродвигатели работаютъ совершенно такъ-же, какъ и многофазные асинхроническіе, но требуютъ измѣненія самоиндукціи индуктивной катушки сообразно нагрузкѣ, иначе получается сильно колеблющееся вращающееся поле, якорь сильно нагрѣвается и проч.

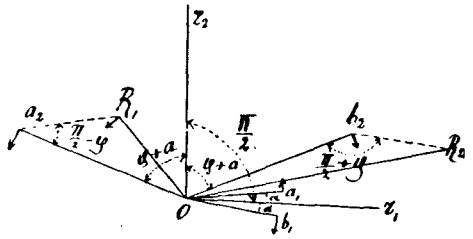
2. Какъ на другой примѣръ пользованія самоиндукціею для порожденія разности въ фазахъ между токами въ двухъ параллельныхъ отвѣтвленіяхъ, можно указать на счетчикъ электрической энергіи перемѣннаго тока, основанный на принципѣ вращающагося поля. Такой счетчикъ **) снабжается двумя неподвижными обмотками, порождающими два перекрещивающіеся магнитныя поля, отстоящія въ фазѣ одно отъ другого, и вращающимся металлическимъ якоремъ въ формѣ цилиндра или диска, приходящимъ во вращеніе подъ вліяніемъ упомянутыхъ полей.

Одно періодически колеблющееся магнитное поле въ счетчикѣ простого перемѣннаго тока порождается соленоидомъ безъ сердечника, питаемымъ главнымъ токомъ; напряженность этого поля пропорціональна силѣ тока въ цѣпи. Другое колеблющееся поле постоянной напряженности, направленіе коего перпендикулярно къ направленію перваго поля, производится лежащей въ отвѣтвленіи обмоткою изъ большого числа оборотовъ тонкой проволоки съ почти замкнутой магнитной цѣпью и, слѣдовательно, съ большимъ коэффиціентомъ самоиндукціи. Такимъ устройствомъ достигается съ одной стороны большое различіе въ фазахъ между обоими полями, съ другой — напряженность второго поля получается гораздо больше перваго.

Если направленія полей изображаются лучами O1 и O2 фиг. 22 если, далѣе амплитуды ихъ силы будутъ r_1 и r_2 и φ уголъ различія въ фазахъ между ними, то, разлагая каждое изъ колеблющихся періодически полей r_1 и r_2 на два вращающихся a_1, b_1 и a_2, b_2 по теоремѣ Феррариса, и находя равнодѣйствующія R_1 и R_2 каждыхъ двухъ вращающихся въ одномъ направленіи полей a_1, a_2 и b_1, b_2, получимъ діаграмму. Фиг. 22.

Якорь будетъ вращаться въ сторону вращающагося поля большей силы R_2 съ нѣкоторымъ числомъ оборотовъ s въ секунду.

Если число періодовъ перемѣннаго тока n, то относительное число оборотовъ якоря по отношенію къ вращающемуся полю R_2 будетъ $n-s$, по отношенію къ R_1 — $n+s$, и моменты вращенія, порождаемые полями R_1 и R_2, пропорціональны $R_1^2(n+s)$ и $R_2^2(n-s)$. Такъ какъ для



Фиг. 22.

устойчиваго состоянія необходимо, чтобы $R_1^2(n+s) = R_2^2(n-s)$, то:

$$s = \frac{R_2^2 - R_1^2}{R_2^2 + R_1^2} \cdot n,$$

или, какъ легко видѣть изъ фиг. 22.

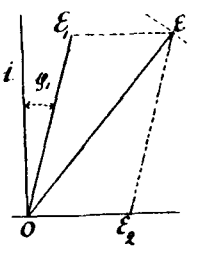
$$s = n\frac{2 \cdot r_1 \; r_2}{r_1^2 + r_2^2} \sin\varphi.$$

Отсюда и слѣдуетъ, что для достиженія наибольшей чувствительности счетчика необходимо сдѣлать φ возможно близкимъ къ $\frac{\pi}{2}$ т. е. коэффиціентъ самоиндукціи тонкой катушки какъ можно большимъ, а таковой толстой катушки по возможности незначительнымъ; и что, затѣмъ, для достиженія пропорціональности между числомъ оборотовъ счетчика и потребляемой въ данный моментъ въ цѣпи энергіи сила магнитнаго потока r_2 должна быть мала въ сравненіи съ r_1.

3. Пусть имѣется напряженіе перемѣннаго тока въ цѣпи E вольтъ, а для включаемаго въ цѣпь аппарата требуется лишь E_1 вольтъ при i амперахъ; излишекъ напряженія $E - E_1$ поглощается въ такихъ случаяхъ въ соленоидѣ съ большимъ коэффиціентомъ самоиндукціи, именуемомъ реактивной катушкой. Благодаря большой самоиндукціи и малому омическому сопротивленію между токомъ въ такой катушкѣ и напряженіемъ, на ея борнахъ имѣетъ мѣсто очень большое различіе въ фазахъ, такъ что расходуемая въ ней электрическая энергія незначительна.

Пренебрегая омическимъ сопротивленіемъ катушки, мы легко найдемъ графически напряженіе E_2 на борнахъ катушки по даннымъ величинамъ напряженія E въ цѣпи и E_1 на борнахъ потребляющаго токъ неиндуктивнаго аппарата. Въ самомъ дѣлѣ, для этого нужно только разложить E на двѣ слагающія: $-E_1$ и перпендикулярную къ E_1 слагающую, которая и будетъ $= E_2$ фиг. 4. Такъ какъ $E_2 = 2\pi nil$, а i и n даны, то найдемъ коэффиціентъ самоиндукціи l. Если потребляющій токъ аппаратъ самъ по себѣ обладаетъ самоиндукціей, вызывающей уголъ φ_1 различія въ фазахъ между токомъ i и напряженіемъ E_1, то діаграмма для нахожденія E_2 будетъ фиг. 23.

Для уменьшенія потребнаго количества мѣди соленоидъ снабжается желѣзнымъ изъ тонкихъ листовъ сердечникомъ. Такъ какъ коэффиціентъ самоиндукціи такой катушки зависитъ отъ степени насыщенія желѣза сердечника и такъ какъ, далѣе, въ желѣзѣ имѣютъ мѣсто потери энергіи на гистерезисъ и токи Фуко, то въ такомъ случаѣ выгоднѣе пользоваться діаграммой токовъ.

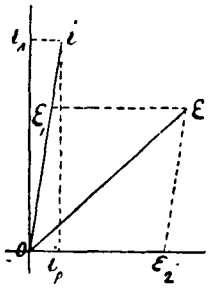


Фиг. 23.

Опредѣляя по прежнему фиг. 4 напряженіе E_2 и раздѣляя допустимую потерю энергіи въ желѣзѣ и мѣди катушки на E_2, получимъ рабочую слагающую i_p протекающаго катушку тока i. Разлагая i на i_p и перпендикулярную къ i_p слагающую $i_л$, получимъ величину магнетизирующаго тока $i_л$. Такъ какъ напря-

*) См. E. T. Z. г. 94. № 26, статья М. Дери.
**) См. E. T. Z. г. 95 № 43, стр. 677.

женіе E_1 на борнахъ потребляющаго токъ аппарата совпадаетъ въ фазѣ съ токомъ i, а напряженіе E_2 на борнахъ катушки опережаетъ магнетизирующій токъ $i_л$ на $\frac{\pi}{2}$, то для точнаго опредѣленія E_2 приходится разлагать E на слагающую E_1 и составляющую съ ней уголъ $\varphi < \frac{\pi}{2}$ слагающую, которая и даетъ E_2. Такъ какъ въ дѣйствительности токъ i_p малъ въ сравненіи съ $i_л$, то величина E_2, найденная изъ прямоугольнаго треугольника фиг. 4, не многимъ отличается отъ дѣйствительной. Если же разница значительная, то надо опредѣлить i_p для вновь найденнаго значенія E_2 и повторить построеніе.



Фиг. 24.

Примѣръ.

Напряженіе въ цѣпи 100 вольтъ; включаются послѣдовательно съ реактивной катушкой двѣ дуговыя 8-ми амперовыя лампы, требующія каждая 35 вольтъ; потерявъ желѣзѣ и мѣди катушки 80 уаттъ.

Находимъ изъ фиг. 4:

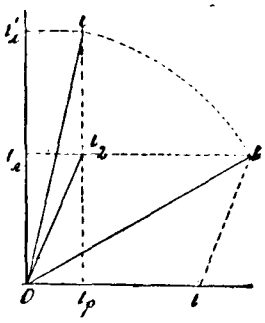
$E_2 = 71$ вольтъ и $i_p = \frac{80}{E_2} = 1{,}1$ ампера, тогда $i_л$ найдется на фиг. 24:

$$i_л = 7{,}9 \text{ амперъ.}$$

Строя теперь точную діаграмму, находимъ для E_2 не 71 вольтъ, какъ ранѣе, а только 65 вольтъ и т. д.

4. Реактивныя катушки употребляются также и въ параллельномъ соединеніи съ дуговыми лампами въ качествѣ замѣщающихъ сопротивленіе на случай потуханія одной или нѣсколькихъ лампъ при послѣдовательномъ включеніи послѣднихъ.

При горѣніи лампы, требующей тока i_1 при напряженіи E, черезъ катушку протекаетъ токъ i_2, одна слагающая i_p котораго, совпадающая въ фазѣ съ i_1, опредѣляется величиной потери энергіи въ желѣзѣ и мѣди катушки, другая же перпендикулярная къ i_p слагающая $i_л$ представляетъ собою величину магнетизирующаго тока, опредѣляющуюся по даннымъ катушки. Діаграмма будетъ, слѣдовательно, фиг. 25, причемъ геометрическая сумма токовъ i_1 и i_2 даетъ силу протекающаго въ цѣпи тока i.



Фиг. 25.

Если лампа потухаетъ, а токъ i въ цѣпи поддерживается постоянной силы i, то черезъ катушку будетъ протекать вмѣсто тока i_2, полный токъ i.

Для упрощенія задачи предположимъ, что рабочая слагающая тока остается по прежнему i_p, тогда для нахожденія новаго значенія $i^1_л$ магнетизирующаго тока, разлагаемъ i на слагающую i_p и перпендикулярную къ ней $i_л$; затѣмъ опредѣляемъ по даннымъ величинамъ катушки величину напряженія E^1 на борнахъ катушки, соотвѣтствующую увеличившемуся магнетизирующему току $i_л$ ', находимъ увеличившуюся потерю энергіи въ желѣзѣ и мѣди катушки, дѣлимъ ее на E^1 и получимъ, такимъ образомъ настоящее значеніе i_p ' рабочаго тока, сообразно которому, если оно сильно отличается отъ i_p, измѣняемъ діаграмму и т. д.

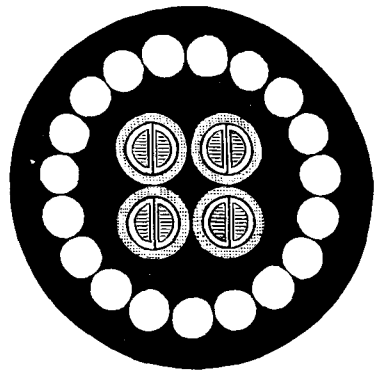
Приведенные примѣры иллюстрируютъ важность примѣненія графическихъ пріемовъ на простыхъ сравнительно задачахъ. Еще большую услугу оказываютъ эти пріемы въ болѣе сложныхъ случаяхъ, въ коихъ приходится имѣть дѣло съ взаимоиндукціей, утечкой линій силъ и проч.

Б. Петерсъ.

ОБЗОРЪ.

По поводу подводнаго телефоннаго кабеля, предложеннаго Присомъ.— Въ сообщеніи Ливерпульской секціи Британской Ассоціаціи Присъ изложилъ свои взгляды относительно подводной передачи сигналовъ и предложилъ кабель, изображенный на фиг. 26.

Провода въ этомъ кабелѣ полукруглой формы, причемъ ихъ плоскія стороны обращены одна къ другой и расположены довольно тѣсно, будучи изолированы бумагой; провода покрыты толстымъ слоемъ гуттаперчи, а затѣмъ бронированы обыкновеннымъ способомъ. Для доказательства хорошихъ качествъ этого кабеля Присъ приводитъ слѣдующія соображенія:—


Фиг. 26.

„Полное количество энергіи, расходуемой въ данное время въ какой-либо цѣпи, можно разсматривать состоящимъ изъ трехъ частей:

1) энергія, расходуемая на преодолѣніе сопротивленія;
2) энергія, идущая на созданіе электрическаго поля;
3) энергія, поглощаемая на произведеніе магнитнаго поля.

„Въ каждомъ случаѣ слѣдуетъ разсматривать скопляемую и разсѣиваемую энергію. Первая стремится замедлить сигналы, а вторая соотвѣтствуетъ производимой работѣ; такимъ образомъ, во всѣхъ случаяхъ бываетъ уменьшеніе полезнаго дѣйствія. Прежде всего серьезнаго разсмотрѣнія заслуживаетъ направленіе, въ какомъ дѣйствуютъ различныя нарушающія силы; въ самомъ дѣлѣ, можно распорядиться такъ, чтобы онѣ дѣйствовали въ противоположномъ направленіи и измѣняли бы передачу менѣе неблагопріятно, чѣмъ можно было бы предполагать. Если, напримѣръ, окажется, что все дѣйствіе электростатическаго поля нейтрализуется дѣйствіемъ электромагнитнаго поля, то вся развиваемая энергія будетъ расходоваться на самую цѣпь съ устраненіемъ пертурбацій и улучшеніемъ дѣйствія. Таковъ случай металлической цѣпи, снабженной микрофоннымъ передатчикомъ на одной изъ своихъ оконечностей и телефоннымъ пріемникомъ на другой. Вслѣдствіе емкости система этого рода стремится собрать въ себѣ часть энергіи каждаго тока, но электромагнитная индукція, какая происходитъ между ними, стремится вознаградить потерю. Если два провода цѣпи удалены одинъ отъ другого, то вліяніе взаимной индукціи будетъ меньше вліянія емкости; если же, наоборотъ, они сближены, то электромагнитная индукція увеличивается быстрѣе электростатической индукціи до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, при совпаденіи двухъ проводовъ, они не уравновѣсятся въ точности“.

Во всемъ этомъ можно видѣть точное смѣшиваніе между взаимной индукціей и самоиндукціей и это смѣшиваніе радикально измѣняетъ заключенія, какъ сейчасъ увидимъ.

Затрудненія, съ какими встрѣчаются относительно быстрой передачи электрическихъ сигналовъ по кабелямъ, происходятъ, какъ извѣстно, отъ явленій конденсаціи, обусловливаемой электростатистической емкостью.

По Хевисайду и Ваши, скорость передачи по кабелямъ зависитъ только отъ выраженія:

$$\frac{L}{CR^2 l^2},$$

въ которомъ L, C и R представляютъ соотвѣтственно самоиндукцію, емкость и сопротивленіе на единицу длины и l — полную длину цѣпи.

Когда это выраженіе имѣетъ нѣкоторую опредѣленную величину, $^1/_{16}$ по Ваши, кривая входа тока соотвѣтствуетъ почти точно кривой выхода съ простымъ замедленіемъ во времени, соотвѣтствующемъ въ точности продолжительности распространенія.

Наоборотъ, когда это выраженіе меньше вышеприведенной величины, сила тока при входѣ возрастаетъ только медленно, форма волны тока нарушается и сигналы искажаются.

Такой случай представляется при обыкновенныхъ кабеляхъ, для которыхъ эта величина очень мала. Итакъ, всѣ усилія должны быть направлены къ повышенію этой величины. Длина бываетъ дана и можно распоряжаться только величинами L, C и R, но въ дѣйствительности соображенія относительно громоздкости, легкости обращенія и стоимости кабеля сводятъ вопросъ къ измѣненію только L и C. Итакъ, остается только увеличивать L и уменьшать C.

Для увеличенія коэффиціента самоиндукціи, какъ указываютъ намъ формулы электромагнитизма, слѣдуетъ располагать два провода цѣпи возможно дальше одинъ отъ другого. То же самое слѣдуетъ дѣлать и для уменьшенія ихъ взаимной емкости, которая для проводовъ съ плоской стороной, подобныхъ рекомендуемымъ Присомъ, будетъ почти обратно пропорціональна ихъ разстоянію.

Если предположить, что цѣпи изъ кабеля, рекомендуемаго Присомъ, составлены изъ разрѣзанной продольно проволоки въ 1 см. діаметромъ, причемъ двѣ ея, обращенныя одна къ другой стороны находятся на разстояніи 5 см. и отдѣляются бумагой, индуктивная удѣльная емкость которой равна приблизительно 2, тогда ихъ емкость на километръ будетъ 0,354 микрофарада, т. е. вдвое больше *емкости относительно земли* проводовъ обыкновенныхъ телеграфныхъ кабелей и почти вчетверо больше, чѣмъ у пары послѣднихъ, соединенныхъ въ металлическую цѣпь.

Вотъ эти-то соображенія и заставили Брилинскаго предложить недавно, въ качествѣ наиболѣе подходящаго подводнаго пути, кабель съ однимъ проводомъ изъ бронзовой проволоки большого діаметра, покрытой сравнительно тонкимъ слоемъ гуттаперчи, съ сердечникомъ, окруженнымъ толстой покрышкой изъ дубленыхъ джутовыхъ нитей, затѣмъ двумя тесьмами изъ дубленой джуты, двумя тесьмами изъ смоленой парусины, навитыми въ нагрѣтомъ состояніи; такой кабель бронируется только на опасныхъ глубинахъ.

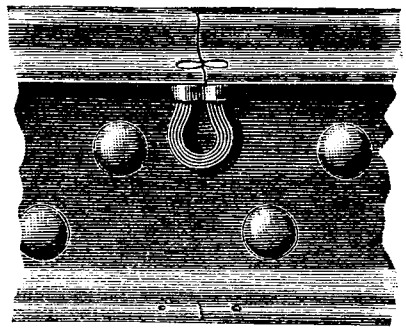
Впрочемъ, надо думать, что въ виду необходимости выравнивать точно внѣшнія индуктивныя вліянія, происходящія отъ воздушныхъ линій, сосѣднихъ съ соединяемой съ кабелемъ, слѣдуетъ употреблять два сплошныхъ метталическихъ провода въ телефонной цѣпи.

Итакъ, наиболѣе удачнымъ разрѣшеніемъ вопроса будетъ, повидимому то, какое примѣнено для линіи изъ Буэносъ-Айреса въ Монтевидео при условіи, что берутъ два отдѣльныхъ кабеля съ толстой оболочкой изъ гуттаперчи или, лучше, изъ бумаги и бронированныхъ.

Какъ видимъ, это далеко не похоже на кабель, предлагаемый Присомъ. Этотъ кабель съ большой емкостью и малымъ коэффиціентомъ самоиндукціи уклоняется въ обратную сторону отъ намѣченной цѣли, и не можетъ быть сомнѣнія, что онъ будетъ совершенно непригоденъ для быстрыхъ электрическихъ передачъ, телеграфныхъ и телефонныхъ.

(L'Électricien.)

Новый способъ скрѣпленія рельсовъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. — Эдисонъ и Гарольдъ Броунъ, какъ сообщаетъ *Street Railway Journal*, примѣнили открытую недавно эластичную мѣдь для выдѣлки рельсовыхъ скрѣпъ, которыя можно вставлять въ рельсы, не трогая мостовой. При сверленіи дыръ для этихъ скрѣпъ въ рельсахъ, укрѣпу для сверла на послѣднихъ получаютъ при помощи сильнаго электромагнита. На фиг. 27 изображена такая скрѣпа, поставленная на мѣсто между двумя



Фиг. 27.

кусками рельсовъ. Оконечности, которыми она вставляется въ рельсы, сдѣланы изъ эдисоновской эластичной мѣди и припаяны къ упругимъ мѣднымъ полоскамъ, изогнутымъ U-образно. Поверхности оконечностей покрываются эдисоновскимъ гибкимъ припоемъ для обезпеченія хорошаго соприкасанія и устраненія ржавленія. Такая скрѣпа, благодаря своей гибкости, обезпечиваетъ хорошее соприкасаніе, доставляя рельсамъ нѣкоторую свободу перемѣщенія одинъ относительно другого.

Испытанія электропроводности такихъ скрѣпъ дали очень удовлетворительные результаты, и онѣ начинаютъ получать много примѣненій въ Америкѣ.

Аккумуляторъ Гюльхера. — Главная трудность при постройкѣ аккумуляторовъ состоитъ въ нанесеніи активной массы такимъ образомъ, чтобы поверхность соприкасанія ея съ растворомъ была по возможности большая, и чтобы тѣсная связь этой массы со свинцовымъ основаніемъ не прекращалась со временемъ. Гюльхеру удалось построить пластину, удовлетворяющую этимъ требованіямъ. Основаніемъ активной массы служитъ не свинцовая рѣшетка, но ткань, основа которой состоитъ изъ свинцовыхъ проволокъ а утокъ — изъ очень тонкой и эластичной стеклянной шерсти. Ткань эта готовится на станкахъ особой конструкціи, ширины равной ширинѣ электродовъ и затѣмъ разрѣзается на куски, соотвѣтствующіе длинѣ электродовъ. Далѣе, верхніе и нижніе концы свинцовыхъ проволокъ нѣсколько обнажаются и кусокъ кладется въ форму, въ которой свободные концы проволокъ и продольные края заливаются въ свинцовую раму. Верхняя часть свинцовой рамы при отливкѣ снабжается двумя носиками для вѣшанія электродовъ и однимъ отросткомъ для соединенія съ крайними электродами элемента. Въ эту основную ткань со свинцовой рамой вносится измельченная активная масса между клѣтками плетенія и волокнами стеклянной шерсти такъ, чтобы она не могла вываливаться и образовать короткія замыканія внутри ни отъ дѣйствія газовъ, образующихся при перезаряженіи, ни отъ толчковъ. Масса не пузырится и не разбухаетъ; не можетъ она также коробиться. Тонкія и легкія пластины обматываются прядями стеклянной шерсти, такимъ образомъ изолируются и предохраняются отъ толчковъ, и вѣшаются одна отъ другой на разстояніи 3-хъ мм. Элементъ, состоящій изъ 8-ми положительныхъ и 8-ми отрицательныхъ пластинъ, имѣетъ при 12-ти часовой разрядкѣ емкость въ 120 амп.-час. и вѣситъ вмѣстѣ съ кислотой 10,7 кгр. Готовятся пластины трехъ размѣровъ: A, 10×15 см.^{2}; C, 15×20 см.^{2}; E, 20×30 см.^{2}; толщина всѣхъ ихъ всего 3 мм. При 10 — 12 час. разрядкѣ емкость пары пластинъ A равняется 15-ти, C—30-ти и E—60-ти амп.-час. Пластина A вѣситъ 0,34, C — 0,66 и E — 1,36 кгр. Аккумуляторы эти изготовляются на заводѣ Гюльхера въ Берлинѣ.

(E. T. Z. XVII 675, 1896.)

Проф. Вивіанъ Льюисъ объ ацетиленѣ.— Въ одной изъ своихъ публичныхъ лекцій о домашнемъ газовомъ освѣщеніи, этотъ профессоръ обрисовалъ довольно наглядно современное состояніе вопроса объ освѣщеніи ацетиленомъ. По его мнѣнію, будущность этого освѣщенія зависитъ главнымъ образомъ отъ двухъ обстоятельствъ: во-первыхъ, отъ возможности получать заводскимъ способомъ достаточно чистый карбидъ кальція и, во-вторыхъ, отъ возможности безопасно получать и сжигать газъ безъ дыма, но съ развитіемъ полной силы свѣта. Кромѣ того, продажная стоимость карбида кальція до сихъ поръ очень высока, хотя съ другой стороны изобрѣтатели часто обѣщаютъ практически невозможно низкія цѣны. Для выясненія этого вопроса, Льюисъ, на основаніи своихъ опытовъ, произведенныхъ имъ на заводѣ Acetylene Illuminating C°, приводитъ слѣдующій расчетъ: — Установка на заводѣ можетъ работать непрерывно при 60 — 70 вольтахъ и доставлять 1000 — 1200 амперовъ. Взявъ смѣсь изъ 60% извести и и 40% угля, получаютъ послѣ $3^1/_2$ часовъ дѣйствія около 50 кгр. расплавленнаго вещества, которое содержитъ около 81% чистаго карбида. Нечистые карбиды давали около 0.3 куб. м. газа на килограммъ и содержали 89,2% дѣйствительнаго карбида. Поэтому можно сказать, что установка даетъ около 15 кг. продажнаго карбида въ часъ. На это расходуется энергія въ количествѣ 82 эл. лош. силъ, т. е. производится 0,16 кг. на элек. лош. силу въ часъ. Многіе образцы карбида кальція содержатъ 6 — 9% нечистотъ, изъ которыхъ самой опасной является фосфористый водородъ. Известь и коксъ, употребляемые для производства карбида, могутъ содержать только самые незначительные слѣды фосфорнокислыхъ солей, и, если не будутъ строго слѣдить за этимъ, то навѣрное надо ожидать серьезныхъ несчастныхъ случаевъ. Въ ацетиленѣ оказывается также часто амміакъ, благодаря которому газъ дѣйствуетъ на мѣдь, образуя взрывчатую смѣсь. Что касается до образованія газа, то если допустить воду дѣйствовать на значительное количество карбида, можетъ развиться очень высокая температура, подъ вліяніемъ которой нѣкоторая часть ацетилена обратится въ смолообразный продуктъ, который закупоритъ трубки; кромѣ того, при высокой температурѣ вмѣстѣ съ газомъ будетъ получаться много водяныхъ паровъ.

Итакъ, всѣ опасности ацетилена обусловливаются единственно нечистотой карбида и неподлежащимъ устройствомъ приборовъ. Чистый ацетиленъ ядовитъ меньше обыкновеннаго каменноугольнаго газа; чистый сухой газъ совсѣмъ почти не дѣйствуетъ на металлы.

При надлежащихъ горѣлкахъ этотъ газъ развиваетъ силу свѣта въ 15 — 20 разъ больше каменноугольнаго газа, расходуемаго въ томъ же количествѣ по объему, такъ что для всякаго освѣщенія, какое требуется на практикѣ, приходится расходовать очень мало ацетилена, а вслѣдствіе этого воздухъ въ комнатахъ мало портится отъ продуктовъ горѣнія и меньше нагрѣвается.

Относительно примѣшиванія ацетилена къ обыкновенному свѣтильному газу для улучшенія послѣдняго опыты показали, что для полученія сколько-нибудь замѣтнаго результата необходимо прибавлять около 10—15% ацетилена.

(The El. Review.)

О долговѣчности лампъ накаливанія.— Въ настоящее время многіе техники все еще придаютъ большое значеніе долговѣчности лампъ накаливанія, хотя это качество должно представлять уже второстепенное значеніе въ виду дешевизны лампъ, и въ большинствѣ случаевъ приходится обращать вниманіе главнымъ образомъ на ихъ экономичность. Дѣйствительно, въ послѣднее время появились въ продажѣ такъ называемыя экономичныя лампы накаливанія, отличающіяся малымъ расходомъ энергіи и незначительной долговѣчностью; такія лампы въ 16 свѣчей расходуютъ въ среднемъ $2^1/_2$ ватта на свѣчу и служатъ 350 часовъ, тогда какъ обыкновенныя лампы прежняго типа расходуютъ въ среднемъ $3^1/_2$ ватта на свѣчу и горятъ 1.000 часовъ. Впрочемъ, и послѣднія лампы могутъ оказаться немного выгоднѣе первыхъ въ тѣхъ случаяхъ, когда электрическая энергія очень дешева. Два слѣдующихъ примѣра пояснятъ, какимъ лампамъ слѣдуетъ отдавать предпочтеніе въ каждомъ данномъ случаѣ.

I примѣръ. — Электрическая энергія доставляется центральной станціей по 48 коп. за киловаттъ-часъ (такова теперешняя цѣна въ нѣкоторыхъ частяхъ Парижа). Экономичная 16-ти свѣчная лампа расходуетъ въ теченіе 1.000 часовъ горѣнія $16 \times 2^1/_2 \times 1.000 = 40$ киловат.-часовъ, которые будутъ стоить 19 р. 20 коп.; на это время потребуется 3 лампы, что составитъ расходъ $55 \times 3 = 1$ р. 65 к., такъ что полный расходъ на горѣніе лампы будетъ равняться 20 р. 85 к. При обыкновенной лампѣ расходъ электричества въ теченіе того же времени горѣнія составитъ $16 \times 3,5 \times 1.000 = 56$ килов.-час., что будетъ стоить 26 р. 88 к.; лампа стоитъ 45 к. (дешевле первой, требующей болѣе тщательной выдѣлки), и слѣдовательно полный расходъ на освѣщеніе будетъ равняться 27 р. 33 к., т. е. на 6 р. 45 к. больше, чѣмъ при экономичныхъ лампахъ.

II примѣръ.—Если электрическая энергія обходится всего по 6 коп. за киловатъ-часъ, то, дѣлая расчетъ по прежнему, найдемъ, что: 1) 1.000 часовъ горѣнія экономичной лампы будутъ стоить $16 \times 2,5 \times 1.000 \times 6 + 165 = 240 + 165 = 4$ р. 05 к., 2) а при обыкновенной лампѣ $16 \times 3,5 \times 1.000 \times 6 + 55 = 336 + 55 = 3$ р. 91 к., т. е. при обыкновенныхъ лампахъ освѣщеніе обходится немного дешевле, чѣмъ при экономичныхъ.

(L'Électricien.)

Новѣйшія машины для изолированія электрическихъ проводовъ и кабелей.—Заводъ Филлипса и Джонсона въ Англіи, одинъ изъ самыхъ крупныхъ по выдѣлкѣ машинъ для изолированія проводовъ и кабелей, выработалъ отъ 60 до 70 образцовъ этихъ машинъ, изъ которыхъ заслуживаютъ вниманіе слѣдующія по новизнѣ и разработонности устройства:

1) *Машина для обвиванія проводовъ бумагой*, очень длинная, состоитъ изъ восьми поставовъ, расположенныхъ вдоль желѣзныхъ рельсовъ станины. Каждый поставъ снабженъ тремя дисками съ катушками, на которыя навиты ленты бумаги. Диски расположены на дугообразныхъ поддержкахъ, при помощи которыхъ ихъ можно устанавливать подъ какимъ угодно угломъ соотвѣтственно различнымъ размѣрамъ кабелей и ширинѣ бумажныхъ лентъ.

2) *Четырехпоставная машина для обвиванія* покрытыхъ резиной проводовъ передъ вулканизированіемъ; каждый поставъ у нея можно пускать въ ходъ и останавливать независимо отъ другихъ, что очень удобно относительно перемѣны катушекъ и пр. При ней имѣется особые огромные барабаны для голыхъ и покрытыхъ проводовъ, чтобы можно было обвивать машиной очень длинные кабели.

3) *Машина для накладыванія на кабели наружнаго прикрытія, состоящаго изъ* двухъ стальныхъ лентъ, двухъ или трехъ обмотокъ пряжи и трехъ или четырехъ слоевъ матеріи, пропитываемой различными составами.

4) *Машина для покрыванія хлопчатобумажной пряжей и резиной* снабжена приспособленіемъ для выпрямленія проволоки, расположеннымъ передъ покрывающими поставами. Эта машина имѣетъ большой спросъ.

5) *Машина для приготовленія многожильныхъ проводовъ и кабелей* заключаетъ въ себѣ два постава каждый съ 12 катушками, и можетъ доставлять 19-жильный проводъ. Поставы можно пускать въ ходъ и останавливать независимо одинъ отъ другого.

6) *Двойная машина для обвиванія* проводовъ, изолирующими лентами различнаго рода, соотвѣтственно климатическимъ условіямъ различныхъ странъ.

7) *Машина для одновременнаго бронированія и обвиванія* подводныхъ кабелей различными предохранительными оболочками изъ пряжи и лентъ, пропитанныхъ составами; бронируетъ же она желѣзными или стальными проволоками.

8) *Двойная машина для покрыванія резиной.* Покрываетъ проволоку двумя слоями чистой резины со скоростью 8 км. въ день.

(The Electr. Review).

Телефонъ съ никкелевымъ сердечникомъ. — Такой телефонъ устроилъ для опытовъ англичанинъ Гарретъ совмѣстно съ Люкасомъ. Ихъ приборъ состоитъ изъ намагниченнаго никкелеваго стержня, закрѣпленнаго вертикально и покрытаго обмоткой изъ тонкой изолированной проволоки. Сверху этотъ стержень проходитъ черезъ отверстіе одинаковаго съ нимъ діаметра въ тонкой деревянной діафрагмѣ, расположенной горизонтально и прикрѣпленной къ стержню сюргучемъ. Стержень намагничивается то отъ расположеннаго вблизи магнита, то отъ окружающей обмотки. Звуковыя волны, дѣйствуя на діафрагму, производятъ перемѣнное давленіе на никкелевый стержень, что въ свою очередь измѣняетъ его магнитное состояніе и слѣдовательно возбуждаетъ индуктивные токи въ обмоткѣ. Эти токи, воспринимаемые обыкновеннымъ телефономъ, воспроизводятъ звуковыя волны. Какъ пріемникъ, этотъ приборъ дѣйствовалъ плохо, но въ качествѣ передатчика онъ давалъ болѣе чистое воспроизведеніе звуковъ, чѣмъ при обыкновенномъ телефонномъ передатчикѣ; впрочемъ звуки получаются слабѣе.

(L'Éclairage Él.).

Электрическое судоходство по каналамъ во Франціи. — Въ концѣ 1895 г. на Бургонскомъ каналѣ начали примѣнять электричество для буксированія и движенія судовъ, причемъ результаты оказались столь удовлетворительными, что въ настоящее время разработывается проектъ очень большой установки такого рода. Можно будетъ буксировать одновременно по 60 судовъ на протяженіи 242 км., причемъ движущая сила для этого будетъ производиться гидравлически на 30 станціяхъ, расположенныхъ на главныхъ шлюзахъ, на разстояніи 8 км. одна отъ другой.

При первомъ примѣненіи электричества на Бургонскомъ каналѣ принято такое устройство: электрическая энергія доставляется турбиной, поставленной на одномъ изъ шлюзовъ и приводимой въ движеніе водой, пускаемой въ каналъ. Динамомашина развиваетъ 300 вольтовъ и ея токъ распредѣляется пріемникомъ по проволокѣ въ 5 мм. діаметромъ. Пріемниковъ тока два,—плотъ-двигатель и буксирующая тележка. Плотъ-двигатель состоитъ изъ длиннаго и высокаго, но узкаго ящика, склепаннаго совершенно непроницаемо для воды изъ желѣзныхъ листовъ. По одной изъ своихъ узкихъ вертикальныхъ стѣнокъ этотъ ящикъ прикрѣпленъ къ вертикальному стержню, а изъ противуположной стороны у него выступаетъ валъ для гребнаго винта, соединяющійся непосредственно съ электродвигателемъ, расположеннымъ внутри ящика. Это приспособленіе образуетъ родъ руля съ гребнымъ винтомъ и ставится у судна, которое надо вести по каналу, на мѣсто его обыкновеннаго руля; такъ какъ его части сдѣланы подвижными, то его можно приспособлять къ судамъ всякихъ формъ. Это приспособленіе вѣситъ 0,9 тонны. Для управленія судномъ достаточно двухъ человѣкъ: прикрѣпивъ къ судну плотъ-двигатель, одинъ изъ нихъ правитъ рулемъ, а другой помогаетъ ему и освѣщаетъ путь, если надо.

Буксирующая тележка трехколесная; съ электродвигателемъ соединены у нея заднія колеса. Она вѣситъ 2 тонны. Первые опыты производились съ судномъ въ 186 тоннъ и $38^1/_2$ м. длиной; ему могли сообщить скорость въ $2^1/_2$ км. въ часъ, а при гребномъ винтѣ большихъ размѣровъ—до 3 км. въ часъ. Другое судно въ 75 тоннъ, $31^3/_4$ м. длиной и $2^1/_2$ м. шириной достигало скорости 3,35 км. противъ вѣтра и 4,24 км. по вѣтру. Наконецъ, караванъ изъ 3 судовъ всего въ 418 тоннъ можно было буксировать со скоростью 2,2 км. въ часъ.

Позже достигли слѣдующихъ результатовъ:—судно въ 217 тоннъ, 38,38 м. длиной и 5,02 м. шириной шло со скоростью 3,15 км. въ часъ. Караванъ изъ 3 судовъ, составляющихъ въ совокупности 566 тоннъ, буксировался со скоростью 1,99 км. въ часъ, а другой караванъ изъ 3 судовъ и въ 541 тоннъ достигъ скорости въ 2 км. Наконецъ, при караванѣ изъ 4 судовъ 739 т. получили скорость въ 1,88 км. въ часъ. Опыты показали, что судно слушается руля съ гребнымъ винтомъ нисколько не хуже обыкновеннаго руля, а при буксированіи тележка катится съ вполнѣ достаточною устойчивостію, не смотря на очень большое водоизмѣщеніе буксируемыхъ судовъ и каравановъ; буксиръ нисколько не отклонялъ тележку въ сторону и путь замѣтно не страдалъ.

Затѣмъ изъ опытовъ оказалось, что у буксирующей тележки полезное дѣйствіе выше, чѣмъ у плота-двигателя, но первая представляетъ тѣ неудобства, что мѣшаетъ всякому другому движенію по набережной канала и представляетъ затрудненія при встрѣчахъ судовъ. Что касается до расхода энергіи, то, какъ показали опыты, приходится расходовать отъ 2,1 до 2,4 киловат.-час. для сообщенія судну въ 200 тоннъ скорости отъ 2,7 до 2,8 км. въ час. При вдвое большемъ числѣ тоннъ, представляемомъ двумя судами, для той же скорости приходится расходовать 4 киловат.-часа. Вообще можно сказать, что для полученія скорости въ $2^1/_2$ км. въ часъ расходъ энергіи составляетъ 1 киловаттъ-часъ на 100 тоннъ.

(Bul. Internat. de l'électricité).

Вліяніе теплоты на намагниченную сталь. — Въ Американскомъ Институтѣ Электротехниковъ д-ръ Guthe недавно сдѣлалъ интересное сообщеніе о своихъ изслѣдованіяхъ надъ вліяніемъ теплоты на магнитныя свойства стали. Изъ этихъ своихъ изслѣдованій онъ дѣлаетъ слѣдующіе главные выводы:—1) Сталь дѣлается магнитно-твердой отъ охлажденія при различныхъ температурахъ, смотря по содержанію въ ней углерода; у стали съ большимъ содержаніемъ углерода это бываетъ при гораздо низшей температурѣ, чѣмъ у стали съ малымъ содержаніемъ углерода,—вообще это довольно близко соотвѣтствуетъ температурѣ, при которой происходитъ рекалесценція стали. 2) Чѣмъ выше отъ точки рекалесценціи бываетъ нагрѣта сталь передъ охлажденіемъ, тѣмъ тверже она бываетъ въ магнитномъ отношеніи. 3) Магнитное отвердѣваніе, производимое охлажденіемъ, бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше процентное содержаніе углерода. 4) Повтореніе нагрѣванія, производитъ вообще смягчающее дѣйствіе на магнитныя свойства отвердѣвшей стали, т. е. ея проницаемость увеличивается вмѣстѣ съ повышеніемъ максимума индукціи и уменьшеніемъ понудительной силы; но въ стали съ малымъ содержаніемъ углерода замѣчается отвердѣваніе послѣ повторительнаго нагрѣванія до 100° въ теченіе короткаго времени. Наибольшая перемѣна въ максимальной индукціи происходитъ для богатой углеродомъ стали между 200° и 300°, а для стали съ малымъ содержаніемъ углерода—между 300° и 450°; выше этой температуры не бываетъ почти никакой перемѣны въ практическомъ предѣлѣ насыщенія; при нагрѣваніи выше 450° происходитъ только увеличеніе проницаемости для слабыхъ намагничивающихъ силъ, т. е. уменьшеніе въ понудительной силѣ и потери на гистерезисъ. 5) Для полученія сильныхъ магнитовъ надо сначала нагрѣвать твердую сталь до 450°. 6) Нагрѣваніе до высокой теммературы, но ниже точки рекалесценціи, и внезапное охлажденіе даетъ сталь съ очень слабой задерживающей силой, вслѣдствіе чего потеря на гистерезисъ значительно уменьшается. Можно получить такой же результатъ, хотя въ болѣе слабой степени, отжиганіемъ стали при очень высокой температурѣ.

(The Electrical Engineer).

Дѣйствіе X-лучей на эпидерму. — Въ запискѣ, представленной недавно Сорелемъ французской Академіи Наукъ описываются два очень тяжелыхъ случая, происшедшихъ отъ примѣненія X-лучей. Первый наблюдался надъ 16-лѣтней дѣвушкой, подвергнутой 29 сентября 1896 г. дѣйствію трубки Колярдо, соединенной съ катушкой, которая давала искры около 10 см.;

трубка была помѣщена въ надбрюшной области, около 1 см. отъ эпидермы, отъ которой она отдѣлялась тонкимъ листикомъ изъ целлюлоида; сеансъ продолжался $^3/_4$ часа съ перерывами, такъ что дѣйствительная продолжительность составляла около 20 минутъ; получился отрицательный радіографическій результатъ. Шесть дней спустя на томъ мѣстѣ эпидермы, которое приходилось противъ трубки, появилось красное пятно въ 6 см. діаметромъ съ бѣлымъ центромъ въ 2 см.; при троганіи была легкая боль, которая однако дѣлалась острѣе; спустя еще 8 дней началось нагноеніе, которое продолжалось мѣсяцъ; послѣ конца ноября боли сдѣлались невыносимыми. Въ теченіе періода нагноенія, съ 12 октября до 12 ноября, появилась язва такого же характера на ногѣ; къ концу мѣсяца она зажила. Сорель замѣчаетъ, что паціентка, о которой идетъ рѣчь, была крайне нервная, и онъ приписываетъ этой нервности тяжелый характеръ заболѣванія, потому что въ другихъ случаяхъ ничего подобнаго не обнаруживалось при сеансахъ въ 4 или 5 разъ продолжительнѣе, повторяемыхъ нѣсколько разъ чрезъ промежутки въ 24часа.

Второй случай наблюдался надъ 9-лѣтней дѣвочкой послѣ радіографіи таза и бедра; на послѣднемъ образовалось красное пятно, эпидерма приподнялась и отпала, но не было ни струпа, ни боли, хотя примѣнялась та же трубка Колярдо съ катушкой, дающей искры въ 20 см., и дѣйствительная продолжительность дѣйствія была около 1 часа, причемъ получился очень хорошій отпечатокъ изслѣдуемой части. По поводу этой записки Лянпелонгъ замѣтилъ прежде всего, что по его мнѣнію нарывъ, образовавшійся на ногѣ первой паціентки, не имѣлъ никакой связи съ главнымъ нарывомъ. Затѣмъ онъ разсказалъ случай, представляющій нѣкоторое сходство съ описаннымъ дѣйствіемъ X-лучей и происшедшій отъ дѣйствія солнечныхъ лучей. „Эти особыя дѣйствія X-лучей, сказалъ онъ, можно сравнить съ тѣми дѣйствіями, какія я наблюдалъ больше 20 лѣтъ тому назадъ надъ лицами, подвергавшимися химическимъ лучамъ солнечной теплоты. Это произошло въ больницѣ Труссо. Въ іюлѣ, въ жаркій день, вынесли на открытый воздухъ около 20 дѣтей и оставили ихъ тамъ въ кроватяхъ на нѣсколько часовъ. Они находились на песчаномъ дворѣ, куда солнце не проникало послѣ полудня, и слѣдовательно дѣти были не на солнцѣ,—фактъ, не подлежащій сомнѣнію. Не смотря на то, у большей части дѣтей появились впослѣдствіи сильные обжоги: эритемы, накожныя нагноенія, а затѣмъ рожа, отъ которой двое изъ нихъ умерли. Это произвело въ больницѣ нѣкоторое волненіе, вслѣдствіе котораго, по мысли знаменитаго физика Фуко, испытали дѣйствіе стронціевыхъ стеколъ на другихъ лицахъ, выставивъ ихъ на тотъ же дворъ, при томъ же свѣтѣ и въ то же время, какъ и другихъ дѣтей, руки которыхъ были свободны и не покрыты стеклянными пластинками. Лица съ руками, защищенными стеклами, нисколько не пострадали, тогда какъ у тѣхъ, у кого руки были открыты, появились обжоги, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, и несомнѣнно отъ химическихъ лучей солнечнаго свѣта.

(L'Éclairage Électrique).

Радіографія необыкновенныхъ размѣровъ была получена недавно Мортономъ; онъ получилъ снимокъ *одною* экспозиціею (въ 30 мин. *) тѣла взрослаго человѣка, вѣсящаго 120 ф. и ростомъ въ 5 фт. 4 дм. При радіографированіи служила катушка въ 12 дюйм., въ первичную цѣпь которой посылался токъ отъ уличной освѣтительной сѣти (3,6 амп., 75 вольтъ); прерыванія (ок. 5000 въ мин.) производились контактнымъ колесомъ. Обыкновенная фокусная Круксова трубка была помѣщена на разстояніи 4 фт. 6 дюйм. отъ чувствительной пластины (6 фт. × 3 фут.); разрѣженіе ея соотвѣтствовало сначала искрѣ въ 2 дюйм., въ концѣ—8 дюйм.

*) Считая остановки, производимыя для охлажденія антикатода.

Американскіе опыты надъ электрокультурой растеній. Въ брошурѣ, выпущенной недавно экспериментальной станціей Массачузетской Земледѣльческой Коллегіи, описываются интересные опыты, которые были произведены въ большомъ масштабѣ Киннеемъ и представляютъ въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ продолженіе опытовъ Снѣшнева. Эти опыты производились съ троякою цѣлью, а именно, чтобы опредѣлить: 1) оказываетъ-ли электричество какое либо вліяніе на посаженныя сѣмена, 2) если есть какое либо видимое дѣйствіе, то каково оно: вредно или полезно, и 3) какъ дѣйствуютъ различныя силы тока.

Здѣсь мы разсмотримъ только тѣ приборы и пріемы, которые дали наилучшіе результаты.

За источникъ тока брали первичные элементы двоякаго рода: 1) 4 соединенныхъ послѣдовательно элемента Лекланше, доставляющихъ электровозбудительную силу отъ 4 до 5 вольтовъ, и 2) два элемента „Samson" съ электровозбудительной силой 2,88 вольта. Чтобы получать измѣненія электровозбудительной силы въ широкихъ предѣлахъ, пользовались индукціонной катушкой образца Дю-Буа-Реймона, у которой первичная обмотка съ сердечникомъ изъ прутьевъ мягкаго желѣза была установлена неподвижно и содержала 130 оборотовъ не особенно толстой изолированной мѣдной проволоки, а вторичная обмотка изъ 6000 оборотовъ тонкой мѣдной проволоки была устроена совершенно отдѣльно отъ первичной обмотки и могла передвигаться по желобку въ деревянной подставкѣ, такъ что ее можно было надвигать на первичную обмотку или располагать на нѣкоторомъ разстояніи отъ нея.

Такъ какъ при нѣкоторыхъ опытахъ требовалось ежечасное дѣйствіе, то въ цѣпь батареи и индукціонной катушки вводили электрическіе часы, которые каждый часъ замыкали цѣпь на періодъ времени около 30 секундъ.

При нѣкоторыхъ опытахъ употребляли особо приспособленный приборъ, состоящій изъ двухъ стеклянныхъ сосудовъ: одинъ около 5 см. діаметромъ для крупныхъ сѣмянъ и другой около 1,5 см. для мелкихъ. Въ эти цилиндры клали вымоченныя сѣмена и закрывали ихъ сверху и снизу мѣдными дисками, къ которымъ были прикрѣплены проволоки, соединяющіяся съ полюсами индукціонной катушки. Когда сѣмена проростали отъ пропусканія тока чрезъ нихъ, ихъ перекладывали на особыя тарелки, о которыхъ будетъ сказано ниже.

Употреблялся еще другой приборъ для проращиванія сѣмянъ, состоящій изъ двухъ стеклянныхъ воронокъ въ 18 см, внутри каждой изъ которыхъ расположено по два мѣдныхъ диска, маленькій внизу и большой сверху; въ послѣднемъ сдѣланы отверстія для прохода ростковъ. Между дисками кладутъ служащій проводникомъ слой сырого песка, въ который сажаютъ сѣмена. При опытахъ съ этимъ приборомъ сѣмена проращивали сначала въ опилкахъ, а потомъ, когда корни отъ нихъ достигали 2 см., переносили ихъ въ воронки. Вмѣсто воронокъ иногда брали цвѣточные горшки.

Изъ описанныхъ выше приборовъ проростія сѣмена переносились въ особый приборъ, гдѣ ихъ держали также подъ вліяніемъ электрическаго тока до тѣхъ поръ, пока ихъ ростки не достигали 2—3 см. Этотъ приборъ состоялъ изъ двухъ поставленныхъ одна въ другую тарелокъ, изъ которыхъ наружная была фарфоровая около 23 см. діаметромъ. а внутренняя—глиняная около 18 см. Въ послѣднюю клали листъ пропускной бумаги, на который сѣяли сѣмена, а въ наружной тарелкѣ поддерживали постоянный притокъ воды, которая просачивалась чрезъ глиняное блюдо и постоянно смачивала пропускную бумагу; на сѣмена накладывали второй листъ пропускной бумаги. Чтобы сѣмена были въ совершенной темнотѣ, приборъ закрываютъ чернымъ картономъ такъ, чтобы онъ не мѣшалъ свободному притоку воздуха къ сѣменамъ. Въ такомъ приборѣ оставляли молодыя растенія до тѣхъ поръ, пока ихъ ростки не достигали длины 2—3 см., такъ какъ мокрая пропускная бумага, прикрывая сѣмена, нисколько не препятствовала росту.

Производились опыты съ бѣлой горчицей (brassica

alba), краснымъ клеверомъ (trifolium pratense), рѣпой (brassica napus) и ячменемъ (hordeum vulgare). На сѣмена дѣйствовали прерываемымъ индуктивнымъ токомъ отъ катушки Дю-Буа-Реймова въ теченіе 2 минутъ, пользуясь токомъ отъ 4 элементовъ Локланше. Брали по 200 сѣмянъ каждаго рода. По 24 часа ихъ мочили въ водѣ, а затѣмъ распредѣляли ихъ на 8 группъ по 25 сѣмянъ въ каждой. Семь группъ подвергали вліянію электрическаго тока въ вышеописанномъ приборѣ, а восьмую оставляли въ нормальномъ состояніи для сравненія. Затѣмъ сѣмена перекладывали въ описанныя сейчасъ тарелки для проращиванія, гдѣ поддерживали температуру отъ 18° до 20° Ц.

Подраздѣливъ 1600 испытанныхъ сѣмянъ на проростающія въ среднемъ соотвѣтственно въ 24, 48 и 72 часа, получили слѣдующіе средніе результаты:

		Съ элек обраб.	Безъ элек. обраб.	Выигрышъ отъ эл. обраб.
Среднее число сѣмянъ, проростающихъ въ каждой партіи въ . .	24 часа	9.93	7,50	32,40%
	48 час.	18,00	18,87	21,05%
	72 часа	19,14	18,00	6,33%

Отсюда можно видѣть, что электрическая обработка значительно ускоряетъ проростаніе, а кромѣ того повидимому пробуждаетъ жизнь въ такихъ сѣменахъ, которыя безъ нея не дали бы ростковъ.

Затѣмъ произвели еще рядъ опытовъ, подобныхъ предыдущимъ, но съ той разницей, что измѣряли длину ростковъ (стеблей), какія давали сѣмена, увеличивъ продолжительность опытовъ до 96 часовъ вмѣсто 72. Въ среднемъ число проростающихъ сѣмянъ въ каждой партіи оказалось слѣдующее:

Среднее число проростающихъ сѣмянъ въ	Съ электр. обраб.	Безъ элек. обраб.	Выигрышъ отъ элек. обраб.
24 часа	13,33	11,33	17,65—
48 часовъ	17,19	15,33	11,47—
72 часа	18,43	18,00	2,38—
96 часовъ	18,43	18,00	2,38—

Эти результаты не представляютъ столь высокаго выигрыша отъ примѣненія электричества, какъ при первыхъ опытахъ, но они показываютъ, что чрезъ 72 часа проростаютъ всѣ сѣмена, которыя только сохранили жизненность.

Произвели затѣмъ особый рядъ опытовъ для сравненія вліянія электрическихъ токовъ различнаго рода, причемъ получили въ среднемъ слѣдующіе результаты:

Родъ тока.	Средній ростъ корней въ 72 часа въ см.	Выигрышъ отъ элек. обработки %.	Средній ростъ корней въ 96 час. въ см.	Выигрышъ отъ элек. обработки %.	Средній ростъ стеблей въ 96 час. въ см.	Выигрышъ отъ элек. обработки %.
Безъ обработки электр. токомъ . .	1,95	0	4,00	0	2,96	0
Прерывистый индуктивный	2,96	51,79	4,67	16,75	3,22	8,78
Прерывистый индуктивный съ 10 перерывами	2,93	50,25	4,52	13,00	3,13	5,74
Постоянный	2,47	26,66	4,17	4,25	2,99	1,01

Чтобы изслѣдовать періодическое дѣйствіе тока на ростъ растеній, употреблялись описанныя выше стеклянныя воронки съ мокрымъ пескомъ и мѣдными дисками. Взяли проросшія уже сѣмена конскихъ бобовъ (vicia foba) и положили ихъ въ углубленія, сдѣланныя въ пескѣ вдоль поверхности воронки, покрывъ сѣмена слоемъ песка около 1 см. Въ теченіе 48 часовъ ихъ подвергали ежечасно по 30 секундъ дѣйствію тока, получаемаго изъ того же прибора, какъ и при вышеупомянутыхъ опытахъ. Получили слѣдующія результаты въ отношеніи увеличенія длины корней:

Время.	Съ электрич. обраб. увеличеніе длины корней въ см.	Безъ электр. обраб. увеличеніе длины корней въ см.	Выигрышъ отъ примѣн. электричества.
12 часовъ	1,58	1,09	44,95
24 часа	1,87	1,57	19,11
36 часовъ	2,53	1,78	42,13
48 „	2,65	1,90	39,47

Такимъ образомъ всѣ опыты показываютъ, что электричество производитъ постоянное благопріятное дѣйствіе на ростъ растеній.

(The El. Engineer).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Sammlung Elektrotechnischer Vorträge, herausgegeben von Prof. D-r **E. Voit.** 1. Band. 3 Heft. **Die Ziele** d neueren **Elektrotechnischen Arbeiten** d. Phys-Techn. Reichsanstalt von Prof. D-r **K. Feussner.** Mit 9 Abb. Stuttgart. Verlag. von **F. Enke.** 1897. Preis 1 M. 31 стр.

Собраніе лекцій по электротехникѣ, издав. **Е. Фойтомъ** Томъ 1. выпускъ 3. **Цѣли послѣднихъ электротехническихъ работъ Физико-технической государственной Палаты** (въ Шарлоттенбургѣ). Проф. **К. Феусснера.** Штуттгартъ.

Эта брошюра принадлежитъ къ тому собранію электротехническихъ статей, о которыхъ мы имѣли уже случай сообщить въ нашемъ журналѣ (см. Электричество, 1896, стр. 317). Она посвящена интересному вопросу—современному направленію работъ въ Шарлоттенбургской Палатѣ, ставшей по своимъ средствамъ и по своимъ ученымъ силамъ передовымъ учрежденіемъ этого рода. Къ сожалѣнію; г. Феусснеръ излагаетъ дѣло не только не детально, но даже мѣстами недостаточно опредѣленно, чтобы быть хотя бы только вполнѣ понятнымъ. Это объясняется тѣмъ, что брошюра представляетъ собою отпечатокъ публичной лекціи, по необходимости не входящей въ детали.

Основная идея Шарлоттенбургскаго учрежденія заключается въ томъ, что въ то время, какъ техники примѣняютъ свои пріемы, а преподаватели приготовляютъ молодыхъ техниковъ, должно быть учрежденіе, на обязанности котораго лежало бы вести впередъ самыя техническія знанія.

Задачею автора нашей брошюры не было — разсказывать во всей полнотѣ, насколько Шарлоттенбургская Палата успѣла удовлетворить своему назначенію. Онъ касается лишь электрическаго отдѣла, представляющаго небольшую частность въ сравненіи со всѣмъ, но чрезвычайно сложнаго разносторонняго въ самомъ себѣ.

Вотъ къ какимъ напр. результатамъ пришли Шарлоттенбургскіе ученые: наиболѣе точнымъ и удобнымъ для техническихъ цѣлей способомъ измѣренія силы тока и сопротивленія является компенсаціонный, т. е. какъ разъ тотъ, о которомъ еще недавно господствовало неблагопріятное мнѣніе, вмѣсто эталоновъ-элементовъ гораздо практичнѣе употреблять точный указатель нѣкоторой опредѣленной силы тока съ какимъ либо обыкновеннымъ элементомъ и реостатомъ; нейзильберные магазины сопротивленій измѣняются со временемъ; гораздо постояннѣе въ этомъ отношеніи является т. наз. „Patentnickel“, изъ котораго выдѣлываются въ Германіи никкелевыя монеты; можно приготовить сплавъ никкеля и мѣди, температурный коэффиціентъ котораго равенъ нулю; это такъ называемый *Константанъ* (40% Ni, 60% Cu, Basse & Selve въ Альтенѣ); его недостаткомъ является большая термоэлектрическая э. д. сила относительно мѣди, изъ которой дѣлаются обыкновенно всевозможныя соединенія (37 микровольтъ на 1° Ц.); въ этомъ отношеніи его превосходитъ *манганинъ* (12% марганца, 2% никкеля, 86% мѣди, фирма Isabellenhutte въ Dillenburg'ѣ), являющійся вообще „наилучшимъ матеріаломъ при точныхъ измѣреніяхъ электрическаго сопротивленія“. За послѣднее время электротехническая лабораторія расширяется и предпринимаются измѣренія сильныхъ токовъ и большихъ разностей потенціаловъ (устроена аккумуляторная батарея особаго типа на нѣсколько тысячъ вольтъ), а также перемѣнныхъ токовъ; лучшими измѣрителями для перемѣнныхъ токовъ оказываются нагрѣвательные приборы, какъ независящіе отъ формы кривой тока.

Уже изъ этого бѣглаго подбора результатовъ видно, что работа Шарлоттенбургской Палаты весьма плодотворна, что цѣли ея достичь величайшей точности, измѣреній какую только позволяетъ современное состояніе физики, и устроить приборы, постоянныя которыхъ наименѣе бы измѣнялись со временемъ и съ дѣйствіемъ — достигаются путемъ все большаго расширенія средствъ лабораторіи и все болѣе углубляющагося систематическаго изслѣдованія. Въ настоящее время въ Англіи вопросъ объ основаніи Палаты подобной Шарлоттенбургскому учрежденію очень уже близокъ къ рѣшенію въ положительномъ смыслѣ.

В. Л.

Elektrische Kraftübertragung und Kraftvertheilung nach Ausfuhrungen durch die **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft**. Zweite Ausgabe. Berlin. Iulius Springer. Monbijouplatz, 3. 1896.

Электрическая передача и распредѣленіе энергіи, исполненныя обществомъ A. E. G. въ Берлинѣ. Второе изданіе. Берлинъ. 1896.

Настоящая книга представляетъ собой описаніе машинъ и приборовъ, употребляемыхъ при электрической передачѣ энергіи. Не смотря на небольшой объемъ книги (309 стр. малаго формата), она представляетъ собой громадный интересъ для всякаго инженера, которому приходится имѣть дѣло съ электрической передачей работы. Какъ извѣстно, первые по времени электродвигателей, служившіе для приведенія въ движеніе машинъ-орудій, соединялись съ послѣдними помощью различнаго рода трансмиссій, т. е. ихъ прямо ставили на мѣсто гидравлическихъ, газовыхъ, паровыхъ и другихъ двигателей. Такимъ образомъ станки и машины, приводимые въ движеніе отъ электродвигателей, не измѣнялись въ конструкціи. Такимъ путемъ нельзя было получить очень большой коэффиціентъ полезнаго дѣйствія электрической передачи, такъ какъ часть бывшихъ трансмиссій оставалась и при электрической передачѣ. Для увеличенія же коэффиціента полезнаго дѣйствія необходимо было въ нѣкоторыхъ случаяхъ значительно измѣнить конструкцію станковъ и машинъ, приводимыхъ въ движеніе отъ электродвигателей, т. е. нужно было ввести послѣдніе въ составъ машино-орудій. Этой послѣдней цѣлью и задалось берлинское Общество Allgemeine Electricitats Gesellschaft. Но эта работа не могла быть исполнена, очевидно, одной этой электротехнической фирмой, такъ какъ это выходило уже изъ области ея компетенціи, въ виду особенностей въ конструкціи различнаго рода станковъ. Потому Общество A. E. G. вошло въ соглашеніе съ различными машиностроительными заводами Германіи, изготовляющими всевозможные станки, насосы, краны и пр. Въ соединеніи съ этими заводами Общество A. E. G. и выработало типы машинъ для всевозможныхъ производствъ, подъемовъ и пр., соединенныхъ съ электродвигателями въ одно цѣлое. Такимъ образомъ возникшія упомянутымъ путемъ машины лишній разъ указываютъ на ту роль, какую электротехника играетъ въ машиностроеніи вообще. Для правильнаго примѣненія электричества при передачѣ работы еще недостаточно знать одну электротехнику, необходимо еще знать всѣ особенности и условія дѣйствія тѣхъ машинъ, которыя должны быть приведены въ движеніе электродвигателями. Такимъ образомъ только полное единеніе электротехники съ общимъ машиностроеніемъ можетъ привести къ желаемымъ результатамъ. Это мнѣніе, высказанное впервые Верперомъ Сименсомъ въ 1884 году въ засѣданіи электротехническаго общества въ Берлинѣ, на которое указывалось у насъ и раньше, къ сожалѣнію, очень часто забывается техниками.

Содержаніе книги слѣдующее.

Въ общихъ чертахъ описаны динамомашины и двигатели постояннаго и трехфазнаго токовъ. Приведено нѣсколько общихъ соображеній относительно передачи работы этими токами. Описаны трансформаторы, реостаты, соединительныя муфты и др. приспособленія, употребляемыя при электрической передачѣ. Для различныхъ типовъ машинъ и двигателей приведены таблицы размѣровъ и цѣнъ. Даны также коэффиціенты полезнаго дѣйствія машинъ и двигателей. Описаны особенности различныхъ типовъ машинъ и др. цѣнныя для проекта данныя. Затѣмъ приведено нѣсколько общихъ соображеній и цифровыхъ данныхъ для сравненія электрической передачи съ механическими. Указаны условія пользованія электродвигателями для приведенія въ движеніе станковъ. Въ общихъ чертахъ описаны центральныя станціи, при чемъ указано, какъ слѣдуетъ включать параллельно въ цѣпь нѣсколько машинъ постояннаго или трехфазнаго токовъ. Объ однофазныхъ токахъ въ настоящей книгѣ почти не упоминается, въ виду того, что при передачѣ энергіи примѣняются почти исключительно трехфазные токи. Самую интересную часть книги представляетъ описаніе различнаго рода машинъ и станковъ съ электрическимъ приводомъ. Этотъ отдѣлъ очень разнообразенъ и снабженъ большимъ числомъ чертежей и таблицъ съ размѣрами и цѣнами машинъ и станковъ. Тутъ описаны электрическіе вентиляторы, насосы, механизмы для подъема тяжестей, краны, сверлильные строгальныя, фрезерныя станки, станки для обработки дерева, машины для сахароваренія и печатнаго дѣла, примѣняемыя въ горномъ и морскомъ дѣлѣ, для искусственнаго приготовленія льда, а также электрическіе органы. Въ концѣ книги приложенъ списокъ вопросовъ, которые возникаютъ при устройствѣ различныхъ электрическихъ передачъ работы. Книга содержитъ большое число схемъ и чертежей.

Г. Ш.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Землетрясенія и разрывы подводныхъ телеграфныхъ кабелей. — Проф. Джонъ Милькъ, въ подтвержденіе своего мнѣнія относительно связи между этими явленіями *), пишетъ слѣдующее въ *Times*: — Землетрясенія вообще возникаютъ на днѣ моря чаще, чѣмъ на сушѣ, и бываютъ несомнѣнно случаи, когда они сопровождаются разрывомъ подводныхъ кабелей. Можно указать на нѣсколько случаевъ въ Коринѳскомъ заливѣ, когда наблюдались сильныя землетрясенія и одновременно разрывались кабели. Произведенный вдоль этихъ линій разрыва промѣръ обнаружилъ, что послѣ землетрясенія происходило значительное увеличеніе глубины, которое въ одномъ случаѣ было больше 400 морскихъ саженей. Болѣе, чѣмъ въ 1000 миляхъ отъ мѣста одного изъ этихъ явленій, но на 11 минутъ позже, ясно были обнаружены слабыя колебанія, обусловливаемыя первоначальнымъ импульсомъ. Очень многіе разрывы кабелей обусловливаются повидимому подводными движеніями грунта и есть основаніе предполагать, что во многихъ случаяхъ они происходятъ отъ сотрясеній и передвиганій, причиняемыхъ подводными землетрясеніями. Выяснить истинную причину разрывовъ кабелей было бы очень важно, особенно для колоній, у которыхъ единственное средство быстраго сообщенія съ метрополіей заключается въ пучкѣ проволокъ. Австралійскія колоніи были дважды отрѣзаны отъ остального міра вслѣдствіе внезапнаго поврежденія ихъ кабелей; это обстоятельство вѣроятно оказало большое вліяніе на торговлю, но можно себѣ представить, что было бы, если бы разрывъ кабеля произошелъ во время войны, когда надо было бы просить присылки подкрѣпленій! Впослѣдствіи оказалось, что разрывы кабелей произошли отъ подводнаго сейсмическаго или вулканическаго дѣйствія, — фактъ, о которомъ по всей вѣроятности узнали бы сразу, если бы имѣлись приборы, обнаруживающіе нечувствительныя землетрясенія. Вообще не только для телеграфныхъ инженеровъ, но и для всѣхъ не-спеціалистовъ должно быть очевидно, насколько желательно было бы установить по океанамъ сейсмографы, чтобы они, во-первыхъ, указывали, когда кабели будутъ повреждены сейсмическимъ дѣйствіемъ, а во-вторыхъ, опредѣляли бы мѣста подводныхъ фокусовъ, которыхъ и избѣгали бы при прокладкѣ кабелей.

*) См. „Электричество", № 8, стр. 126.

Зажиганіе и гашеніе газовыхъ горѣлокъ при помощи электричества. — Уже давно стараются найти автоматическій способъ для одновременнаго зажиганія и гашенія газовыхъ горѣлокъ во всемъ данномъ участкѣ города. Въ *Journal des usines à gaz* описывается подобная система, которая испытывается уже нѣсколько мѣсяцевъ въ Aix-les-Bains и повидимому представляетъ удовлетворительное разрѣшеніе задачи. Въ каждой горѣлкѣ кранъ для зажиганія замѣняется маленькимъ стальнымъ шарикомъ, который можетъ перемѣщаться подъ дѣйствіемъ соленоида, окружающаго патрубокъ на концѣ газоприводной трубы. Въ обыкновенное время, когда газъ погашенъ, шарикъ давленіемъ газа бываетъ прижатъ къ своему полушарообразному гнѣзду и закрываетъ проходъ для газа. Но какъ только пустятъ токъ въ соленоидъ, шарикъ притягивается внизъ въ сдѣланное для него углубленіе, гдѣ онъ задерживается маленькой кривой пластинкой; для газа сдѣлано особое отвѣтвленіе, проходя по которому, онъ воспламеняется тонкой проволокой, накаленной токомъ докрасна, зажигаетъ горѣлку и самъ сейчасъ же гаснетъ. При вторичномъ пропусканіи тока, т. е. для гашенія, патрубокъ, намагничиваясь снова, дѣйствуетъ на наконечникъ кривой пластинки и освобождаетъ отъ нея шарикъ, который закрываетъ отверстіе для газа и такимъ образомъ гаситъ его.

Кража электричества.—Судъ въ Германіи постановилъ недавно, что похищеніе электричества нельзя признавать кражей въ юридическомъ смыслѣ, потому что выраженіе соотвѣтствующаго параграфа устава о наказаніяхъ „чужое движимое имущество" не можетъ распространяться на электричество. На это обстоятельство повидимому обратили вниманіе при изложеніи соотвѣтствующихъ законоположеній въ Америкѣ; по крайней мѣрѣ штатъ Коннектикутъ призналъ за необходимое ввести въ законоположеніе статью о наложеніи наказанія за воровство электричества. По этой статьѣ каждый, кто беретъ незаконнымъ образомъ электрическую энергію изъ проводовъ, находящихся въ чужомъ владѣніи, подвергается штрафу до 50 долларовъ или тюремному заключенію на 90 дней. Назначается наказаніе также за пособничество по устройству приспособленій для указанной цѣли. Такія же наказанія установлены и для тѣхъ, кто получаемымъ по договору изъ распредѣлительныхъ проводовъ электрическимъ токомъ пользуется не для той цѣли, какая указана въ договорѣ, и наконецъ, для тѣхъ, кто пытается какимъ либо способомъ уничтожить показаніе счетчика электричества относительно израсходованной имъ энергіи.

Поправки къ статьѣ: „Три новыхъ типа аккумуляторовъ". №№ 11 — 12.

Стран.	Строка.	Вмѣсто:	Слѣдуетъ:
158	19 сверху	$q_N = \frac{2\,\Sigma wt}{(1+\Delta)\,n\ \ pm\,.\,V} = \frac{2\,\Sigma wt}{(1+\Delta)\,(Np)\,.\,V}$	$q_N = \frac{\Sigma wt}{(1+\Delta)\,n\,.\,pm\,.\,V} = \frac{\Sigma wt}{(1+\Delta)\,.\,(Np)\,.\,V}$
159	22 „	увеличеніе	уменьшеніе
„	25 „	$\frac{50}{25}\,.\,Ri^2$	$\frac{25}{50}\,.\,Ri^2$
„	29 „	повышеніе	пониженіе
„	31 „	$25\,.\,0{,}01\,.\,10^2 = 25$ уаттъ	$0{,}5\ \ 25\ \ 0{,}01\ \ 10^2 = 12{,}5$ уаттъ
„	34 „	повышеніе 2%	пониженіе 1%
161	17 снизу	$15 \times 253 = 75$ кгр.	$15 \times 25 = 375$ кгр.
„	4 „	2,51	2,15
„	25 сверху	при 5А	при 11,2А
„	30 „	$1{,}25\,.\,\frac{W}{2}\ \ mp = 0{,}62\ Wmp$	$1.25\,\frac{V}{2}\ mp = 0{,}62\ Vmp$

Редакторъ А. И. Смирновъ.

Тип. Мин. Пут. Сообщ. (Высочайше утв. Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка, 117.