

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Электрическое оборудованіе разводной части Троицкаго моста въ С.-Петербургѣ.

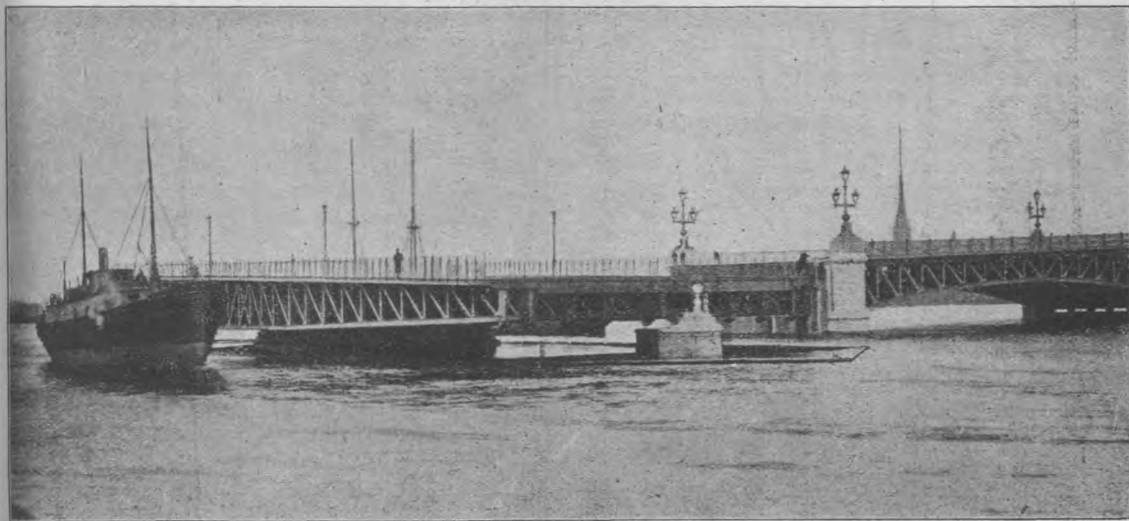
Какъ извѣстно, движеніе разводной части новаго Троицкаго моста въ С.-Петербургѣ производится помощью электродвигателей.

При проектированіи предстояло разрѣшить слѣдующую задачу: сосредоточить управленіе всѣми движеніями разводной части моста въ рукахъ одного машиниста, помѣстивъ въ центральной будкѣ цѣлый рядъ приборовъ автома-

кабель, погруженный на дно Невы, подводитъ токъ къ устью разводного пролета.

Вращающаяся часть Троицкаго моста имѣетъ въ діаметрѣ 80 метровъ и вѣситъ приблизительно 43000 пудовъ (700000 кгр.). Она покоится на центральномъ штырѣ и 64 роликахъ литой стали, перемѣщающихся по стальному ободу діаметромъ въ 18,20 метровъ (фиг. 1).

Управленіе всѣми движеніями разводнаго пролета сосредоточено въ центральной будкѣ А (фиг. 2), заключающей въ себѣ распределительную доску, на которой размѣшены измѣри-



Фиг. 1.

тически останавливающихъ двигатели, лишь только мостъ достигнетъ своего нормальнаго положенія, какъ въ случаѣ поворота, такъ и въ случаѣ снятія его съ катковъ (расклиниваніе) или подъемъ его на нихъ (подклиниваніе).

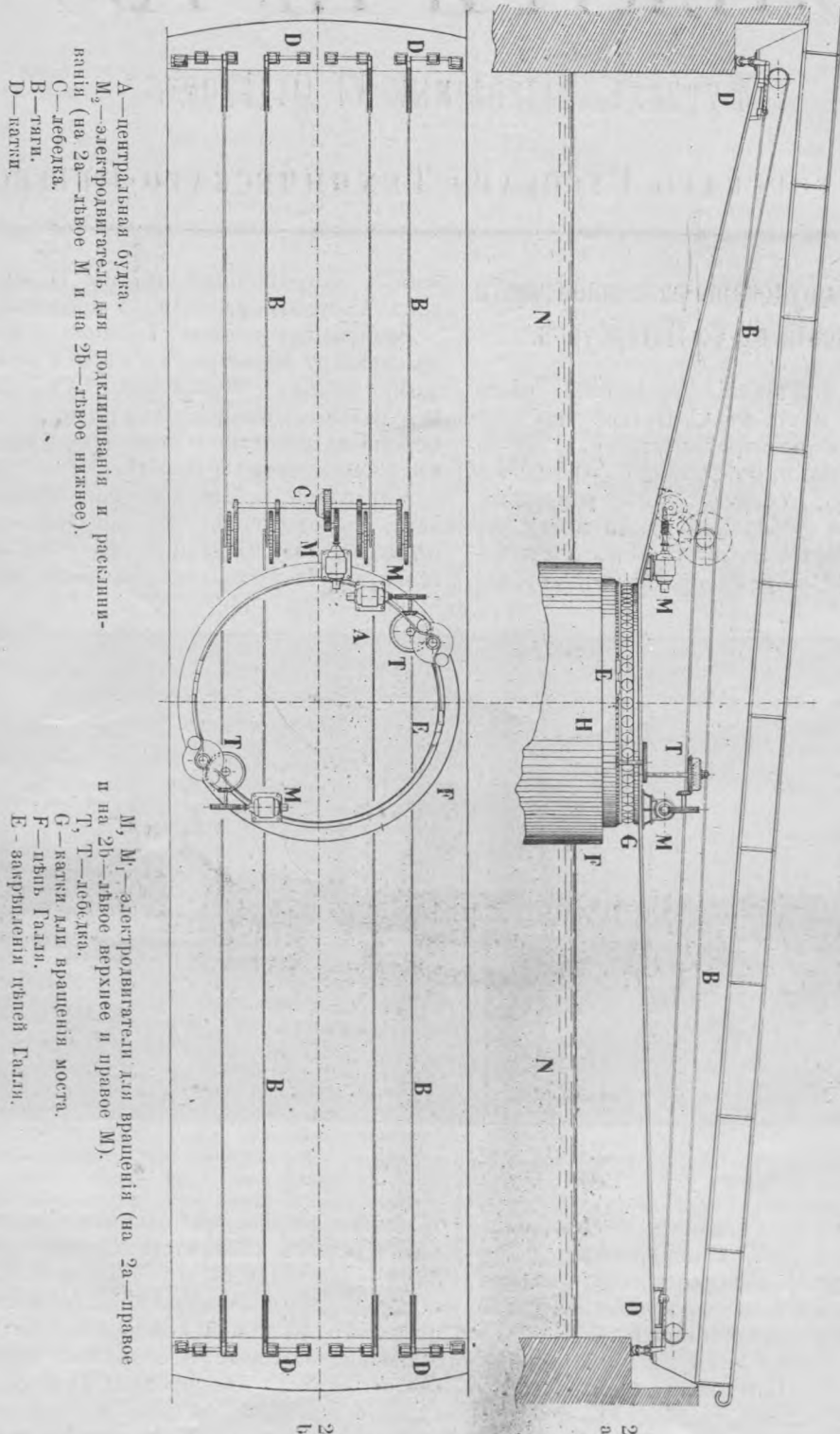
Изученіе и выполненіе этой задачи были поручены обществомъ Батиньоль Центральному Электрическому Обществу въ Москвѣ.

Требуемый трехфазный токъ берется изъ городской подземной сѣти; трансформаторъ, помѣщенный на береговомъ устоѣ, понижаетъ напряженіе съ 2000 вольтъ до 120 при пятидесяти періодахъ. Трехжильный бронированный

тельные приборы, рубильники простые и автоматическіе съ соответствующими предохранителями,—контроллеры и указатель положенія моста который автоматически выключаетъ двигатели незадолго до конца поворота и подклиниванія. Маневры, которые необходимо выполнить для открытія моста для прохода судовъ, заключаются, во-первыхъ, въ расклиниваніи разводнаго пролета и, во-вторыхъ, въ поворотѣ его около оси на 90°. Расклиниваніе имѣетъ цѣлю снять мостъ съ береговаго и рѣчнаго устоевъ, на которыхъ онъ покоится при посредствѣ катковъ. По окончаніи этого маневра весь пролетъ осаживается

на 110 мм. сравнительно съ неподвижной частью и упирается на штырь и на ролики вращения G. Обратный маневръ называется подклиниваниемъ.

каждой оконечности моста стальные катки D (ихъ по 10 съ каждой стороны). Каждый изъ этихъ катковъ покоится на стальной плитѣ,



Фиг. 2.

A—центральная будка,
 M₂—электродвигатель для подклинивания и расклини-
 вания (на 2a—лѣвое M и на 2b—лѣвое ниже);
 C—дебелка,
 B—тяги,
 D—катки.

M, M'—электродвигатели для вращения (на 2a—правое
 и на 2b—лѣвое верхнее и правое M).
 T, T'—дебелки,
 G—катки для вращения моста,
 F—пилья Галли,
 E—защраблиденіи дѣшей Галли.

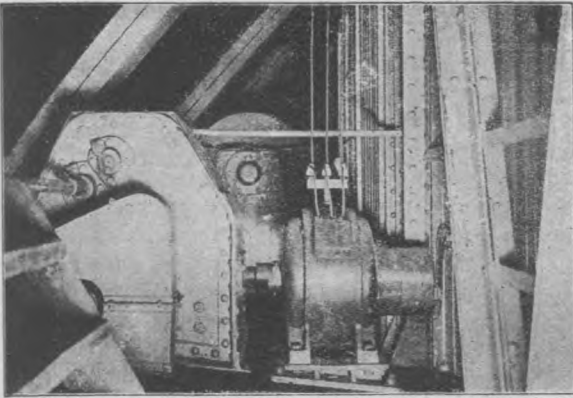
Расклиниваніе моста выполняется слѣдующимъ образомъ. При помощи четырехъ системъ желѣзныхъ тягъ B и соответствующихъ рычаговъ двигатель вытягиваетъ, такъ сказать, изъ подъ

имѣющей слегка покатую поверхность и укрѣпленной на устоѣ. Давленіе каждого катка на устоѣ равняется 15 тоннъ. Концы тягъ, выполненныхъ изъ плоскаго же-

лѣза, прикрѣплены къ цѣпямъ Галля, которыя наворачиваются вокругъ зубчатыхъ колесъ.

Зубчатая колеса, расположенныя въ центрѣ моста, приводятся въ движеніе четырьмя лебедками, снабженными шестернями. Эти послѣднія въ свою очередь получаютъ движеніе отъ общаго вала С, вращаемаго электродвигателемъ M_2 мощностью въ 20 л. с., при посредствѣ безконечнаго винта.

Двигатели, употребляемые для подклиниванія (фиг. 3) и поворота моста, принадлежатъ къ герме-



Фиг. 3.

Двигатель и лебедка для расклиниванія и подклиниванія.

тическому типу; ихъ статоръ и роторъ имѣютъ звѣздообразную обмотку съ внѣшними кольцами.

Два боковыхъ отверстія даютъ легкій доступъ для ихъ осмотра.

Нормальная мощность каждаго электродвигателя 20 л. с., максимальный $\cos\phi$ равенъ 0,92, отдача 90%; скорость при холостомъ ходѣ 750 оборотовъ, при нагрузкѣ она падаетъ до 735.

Вѣ двигатели пускаются въ ходъ съ помощью контроллеровъ, заключенныхъ въ герметическіе чугунные ящики. Эти контроллеры снабжены двумя рукоятками, изъ которыхъ правая служитъ для перемѣны направленія вращенія двигателя, достигаемаго перемѣной двухъ фазъ въ статорѣ, лѣвая же служитъ для пуска въ ходъ при помощи ввода сопротивленія и замыканія ротора на короткую. Сопротивленіе помѣщено въ нижней части контроллеровъ и погружено въ масло.

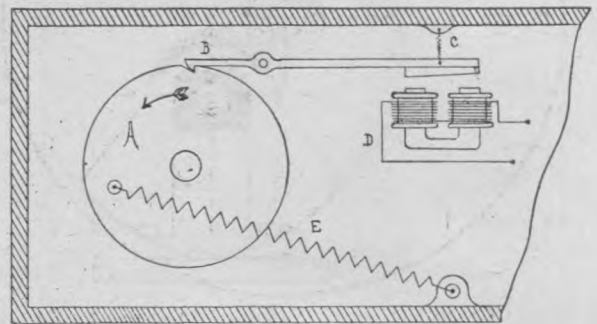
На оси лѣвой рукоятки укрѣпленъ стальной дискъ А (фиг. 4), снабженный гнѣздомъ, въ которую пружиной G защелкивается собачка В, когда роторъ замкнутъ на короткую.

Электромагнитъ D, въ который пускается въ извѣстный моментъ токъ, оттягивая собачку, освобождаетъ дискъ и предоставляетъ рукоятку дѣйствию пружины E, которая возвращаетъ рукоятку въ прежнее положеніе и останавливаетъ двигатель.

Этотъ способъ остановки двигателя электромагнитомъ далъ превосходные результаты и позволяетъ очень простымъ образомъ осуществить автоматическую остановку.

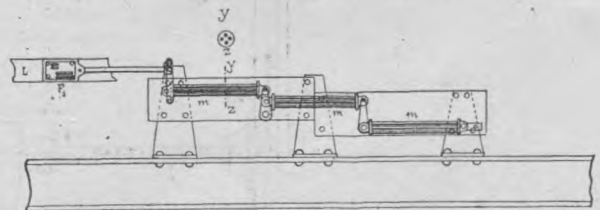
Автоматическіе аппараты для расклиниванія и подклиниванія состоятъ изъ шиферной доски F_1 (фиг. 5), несущей два длинныхъ контакта и два короткихъ. Короткіе контакты заставляютъ функционировать электромагниты, а длинныя—звонокъ въ тотъ самый моментъ, когда одна изъ контактныхъ пластинъ, укрѣпленная на подклинивающей тягѣ, проходитъ передъ доскою F_1 . На чертежѣ контактъ представленъ въ тотъ моментъ, когда онъ замыкаетъ токъ въ катушкѣ электромагнита и останавливаетъ двигатель въ концѣ подклиниванія.

Въ случаѣ подклиниванія слѣдовало принять



Фиг. 4.

въ расчетъ дѣйствіе температуры на желѣзныя тяги, связанная при посредствѣ рычаговъ съ подклинивающими катками. Въ самомъ дѣлѣ, предположимъ, что автоматическіе аппараты были наложены при низкой температурѣ, значить, при болѣе высокой температурѣ длина тягъ уве-

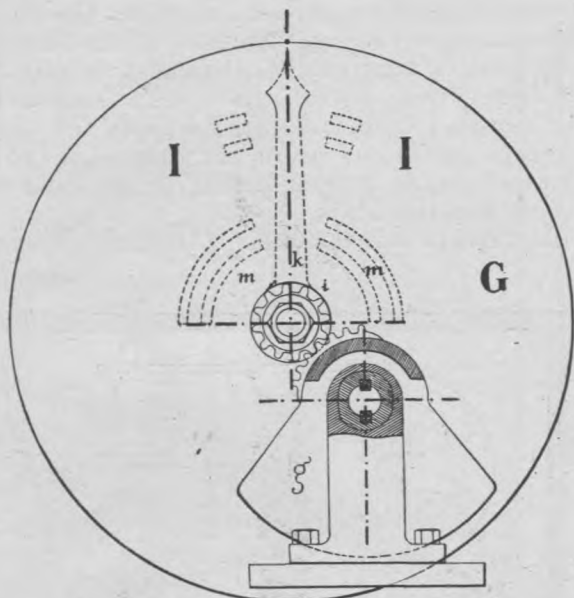


Фиг. 5.

личивается и вслѣдствіе этого моментъ остановки двигателя наступитъ нѣсколько позднѣе и разводный пролетъ можетъ подняться нѣсколько выше сосѣдней неподвижной части моста.

Чтобы избѣгнуть этого неудобства, доска F_1 , относящаяся къ подклиниванію, скользитъ въ кулисахъ L и укрѣплена на концѣ аппарата (фиг. 5), состоящаго изъ трехъ пучковъ цинковыхъ стержней mm диаметромъ въ 25 мм. и длиной въ 1 метръ. Линейное расширеніе этихъ стержней, многократно увеличенное цѣлымъ рядомъ рычажковъ, сообщаетъ доскѣ F_1 перемѣненіе почти что равное увеличенію тягъ въ длину. Слѣдовательно, моментъ остановки двигателя во время подклиниванія будетъ находиться внѣ всякой зависимости отъ колебаній температуры.

Остановка двигателя въ периодъ расклиниванія не требуетъ такой точности и аппаратъ остается неподвижнымъ.



Фиг. 6а.

Разрѣзъ аппарата по XY.

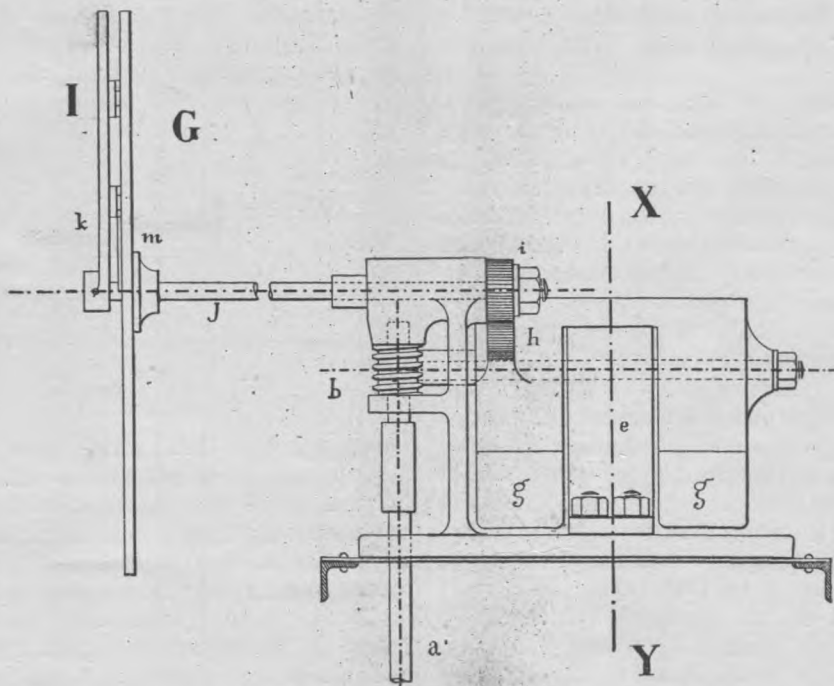
вершено сходныхъ съ подклинивающимъ двигателемъ. Они расположены диаметрально противоположно одинъ другому и при посредствѣ безконечнаго винта и конической шестерни вращаютъ лебедку съ вертикальнымъ валомъ. Зубчатое колесо, расположенное на нижнемъ концѣ этого вала, сцепляется съ цѣпью Галля F, закрѣпленной въ двухъ мѣстахъ центрального устоя и натянутой при помощи шайбъ Беллвилля E.

Съ каждой стороны движущаго колеса находится зубчатое колесо, прикрѣпленное къ вращающемуся пролету и служащее для направления цѣпи.

Оба поворотныхъ двигателя пускаются въ ходъ однимъ и тѣмъ же контроллеромъ. Правая рукоятка дѣйствуетъ на перемѣну хода, лѣвая вводитъ реостаты.

При поворотѣ моста двигателя также автоматически останавливаются, когда онъ принялъ свое нормальное положеніе, будь то при открытіи или закрытіи. Этотъ аппаратъ (фиг. 7) находится въ зависимости отъ числа оборотовъ, дѣлаемыхъ вертикальнымъ валомъ лебедки для полного поворота.

На вертикальномъ валу лебедки, приводящемъ въ движеніе шестерню, сцепляющуюся съ цѣпью Галля, закрѣплена вертикальная ось *a* съ безконечнымъ винтомъ на концѣ *b*. Онъ приводитъ въ движеніе колесо *c*, на оси котораго перемѣ-



Фиг. 6б. Автоматическій аппаратъ для вращенія.

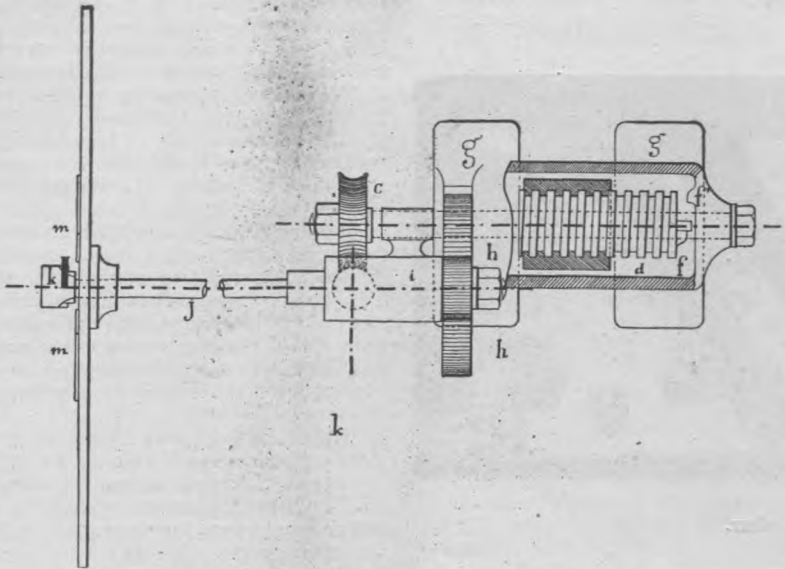
Подклиниваніе и расклиниваніе требуетъ токъ въ 60 амп. и длится 2 мин. 20 сек.

Поворотъ пролета достигается при посредствѣ двухъ двигателей ММ, въ 20 л. с. (фиг. 2), со-

шается безконечный винтъ *d*, несущій на концахъ по выступу. Эти выступы въ извѣстный моментъ приходятъ въ прикосновеніе съ выступомъ *f* на подвижномъ противовѣсѣ *gg*, кото-

рый начинает поворачиваться около своей оси. Зубчатый сектор *h* вращает через посредство зубчатого колеса *i* стрелку *K*. Чертежъ изобра-

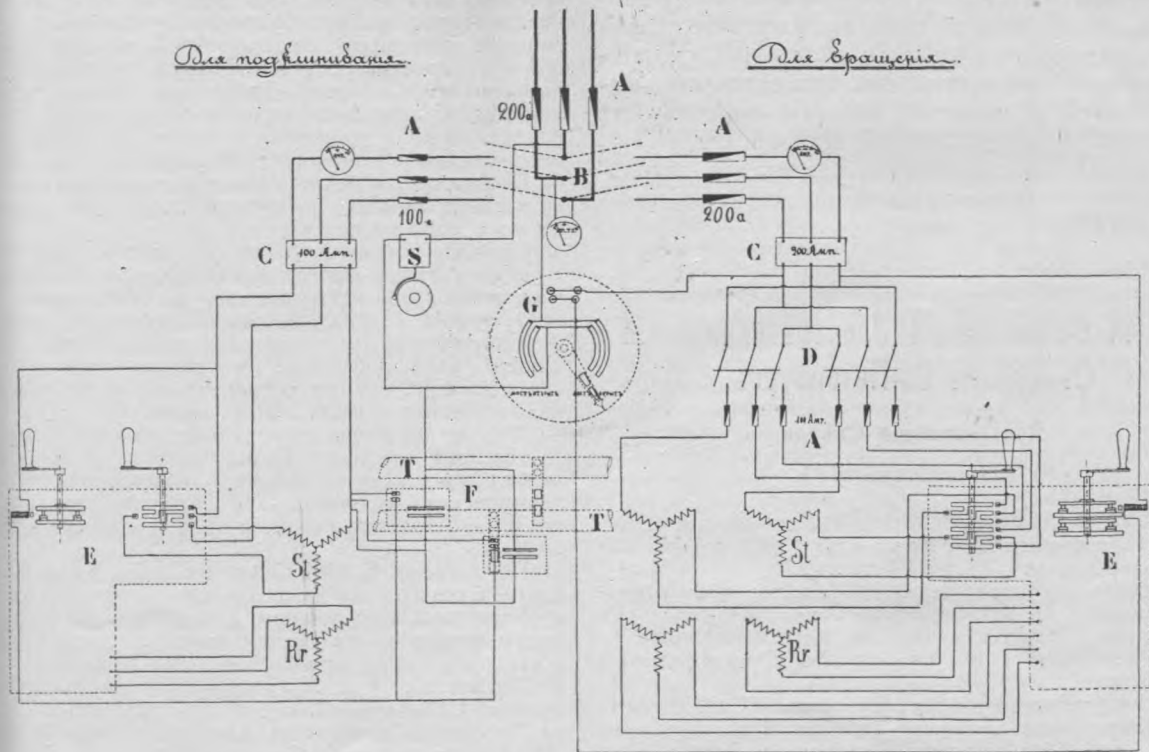
путь. Стрелка, перемѣщаясь на дискѣ *G*, соединяетъ два контакта *I*, и останавливаетъ двигатель.



Фиг. 6с. Автоматическій аппаратъ для вращенія.

жаетъ аппаратъ въ тотъ моментъ, когда мостъ находится въ среднемъ положеніи открытія. Ось *a* дѣлаетъ 28 оборотовъ для полного пово-

Движеніе моста продолжается по инерціи; стрелка замыкаетъ цѣпь звонка, который предупреждаетъ машиниста о концѣ поворота. Въ



Фиг. 7. Схема соединеній

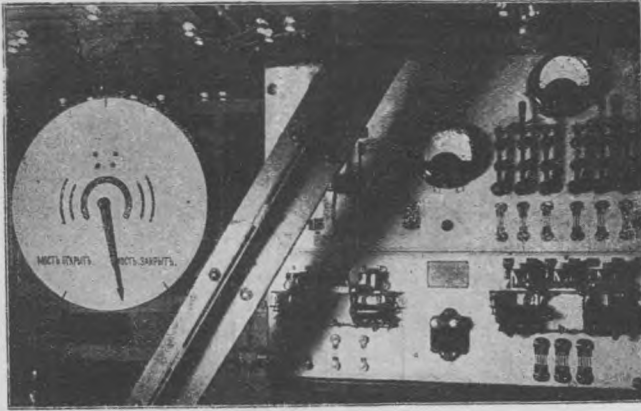
рота моста. Противовѣсъ только тогда приходитъ въ движеніе, когда мостъ долженъ пройти по окружности еще 1,50 м. до конца своего

этотъ моментъ стрелка показываетъ: «мостъ закрытъ» или «мостъ открытъ».

Каждый изъ двигателей достаточно силенъ,

чтобы повернуть мостъ въ одиночку. Поворотъ, требуя расхода тока въ 90 амп., длится 3 мин. 30 сек. Значитъ, полный маневръ моста завершается приблизительно въ семь минутъ.

На схемѣ фиг. 7 представлено распределение



Фиг. 8.

Распределительная доска.

тока въ разныхъ аппаратахъ, контроллерахъ, двигателяхъ и т. д.

Токъ, достигнувъ распределительной доски (фиг. 8), при помощи коммутатора В можетъ быть направленъ имъ въ подклинивающий двигатель или въ пороторный; предохранители А и автоматическіе выключатели включены въ каждой цѣпи. Сверхъ того, два трехполюсныхъ выключателя D позволяютъ работать каждому изъ поворотныхъ двигателей въ отдѣльности.

На схемѣ указаны также соединенія автоматическихъ аппаратовъ со звонкомъ и съ контроллерами.

Третій Всероссийскій Электротехническій Съездъ въ С.-Петербургѣ.

Постановленія Съезда.

(Продолженіе)*).

I отдѣлъ.

По заявленіямъ представителей Кіевскаго Городскаго Управленія.

Проситъ авторовъ заявленій внести обстоятельныя доклады по возбуждаемымъ ими вопросамъ въ Постоянный Комитетъ для обсужденія таковыхъ.

По заявленію Симбирскаго Городскаго Головы.

Въ виду невозможности обсуждать на Съездѣ частныя техническія вопросы въ томъ видѣ, какъ это желательно Симбирскому Городскому Управленію, Собраніе рекомендуетъ ему обратиться въ существующія электротехническія Общества (напр. VI Отдѣлъ II. Р. Т. О. или Электротехническое Общество) для разсмотрѣнія и разработки возбужденныхъ имъ вопросовъ.

По докладу Комиссіи о созывѣ въ С.-П.-бургѣ Международнаго Конгресса Электриковъ.

Собраніе въ основныхъ чертахъ признало желательнымъ созвать въ С.-Петербургѣ международный Конгрессъ Электриковъ, не предѣляя срока его созыва, что будетъ зависетьъ отъ постановленія ближайшаго конгресса въ С.-Луи.

Разработку вопроса о международной Выставкѣ при Конгрессѣ Собраніе проситъ взять на себя Электротехническій (VI) отдѣлъ II. Р. Т. Общества.

По докладу Комиссіи по разсмотрѣнію докладовъ Общ. Инженеръ-Электриковъ 2-му Съѣзду.

Проситъ всѣхъ членовъ Съезда сообщить къ 6-му февраля 1904 г. письменно свои замѣчанія, буде таковыя имѣются, по докладамъ Общ. II.-Э. Второму Съѣзду, уполномочить Комиссію эти замѣчанія разсмотрѣть, окончательно редактировать предложенныя Общ. II.-Э. программы и нормы и представить ихъ Постоянному Комитету Съездовъ для напечатанія въ Трудахъ III Съезда къ руководству на практикѣ.

По докладу Комиссіи о примѣненіи электричества на заводахъ*).

Удовлетворить желаніе Комиссіи и организовать на IV Съездѣ особую секцію: Электричество на обрабатывающихъ металлы машиностроительныхъ и механическихъ заводахъ.

По докладу Комиссіи по докладу Р. Э. Классона.

Общее Собраніе III Всероссийскаго Электротехническаго Съезда, выслушавъ докладъ инж.-технолога Р. Э. Классона:—объ уравниеніи условий конкуренціи для пара и электричества на Бакинскихъ нефтяныхъ промыслахъ*, и заключеніе Комиссіи, избранной для разсмотрѣнія доклада,—постановило, имѣя въ виду содѣйствовать распространенію электрической передачи на нефтяныхъ промыслахъ,—ходатайствовать объ ускореніи разрѣшенія вопроса, поднятаго XVII очереднымъ Съездомъ Бакинскихъ нефтепромышленниковъ,—объ освобожденіи отъ попутной платы извѣстной доли добываемой нефти на промыслахъ, пользующихся электрической энергіей.

По докладу Комиссіи по разсмотрѣнію техническихъ условий для электрическихъ проводовъ.

Принято нижеслѣдующее постановленіе Комиссіи:

„Разсмотрѣвъ проектъ техническихъ условий для электрическихъ проводниковъ, представленный VI отдѣломъ II. Р. Т. О. Комиссія одобрила въ полномъ объемѣ техническія условия для электрическихъ проводниковъ, какъ добавленіе къ правиламъ для пользования электрическими устройствами, не имѣющие однако значенія обязательныхъ правилъ“.

Что же касается втораго постановленія Комиссіи: „Вмѣстѣ съ тѣмъ Комиссія полагала бы слово „кабель“ исключить совсѣмъ изъ терминологіи въ техническихъ условияхъ для электрическихъ проводовъ“,—то, таковое постановленіе отклонено Собраніемъ.

По докладу Комиссіи по разсмотрѣнію проекта нормальнаго договора по тягѣ.

Утвердить предложеніе Комиссіи о желательности перенести ее дѣятельность на болѣе продолжительное время при Постоянномъ Комитетѣ.

По докладу А. Г. Когана въ соединенномъ засѣданіи Съезда и VI отд. II. Р. Т. Общества.

Проситъ Постоянный Комитетъ Всероссийскихъ Электротехническихъ Съездовъ возбудить ходатайство о томъ, чтобы при разсмотрѣніи проектовъ электротехническихъ сооружений общественнаго значенія въ правительственныхъ техническихъ учрежденіяхъ были приглашаемы представители городскихъ

*) См. Э—во, т. г. № 1.

общественных управлений или заинтересованных лиц и Обществъ для представления необходимыхъ объясненій и дополнительныхъ данныхъ къ разсматриваемому проекту.

П о т д ѣ л ь .

По докладу И. А. Лебедева (6).

Принимая во внимание несомнѣнное значеніе результатовъ испытаній электрическихъ счетчиковъ Главной Палатой мѣръ и вѣсовъ, просить Постоянный Комитетъ озаботиться о распространеніи путемъ печати изложенныхъ докладчикомъ данныхъ о вышеупомянутыхъ испытаніяхъ вмѣстѣ съ правилами испытанія, выработанными Главною Палатою мѣръ и вѣсовъ на основаніи произведенныхъ ею изслѣдованій.

По докладу Д. Я. Филиппова (8).

Съѣздъ не находитъ своевременнымъ ввести новую терминологию для обозначенія постоянныхъ величинъ цѣпи переменнаго тока, предоставляя времени выяснить: 1) на сколько иностранныя термины удобопримѣнимы въ обиходѣ русской электротехники и 2) на сколько новые, русскіе, искусственно создаваемые термины могутъ замѣнить иностранныя.

Ш о т д ѣ л ь .

По докладу В. Н. Демчинскаго (9) и по предложенію Н. Ф. Савельева.

Поручить Постоянному Комитету выработать правила для пользованія лифтами.

По докладу В. С. Смилянскаго (15).

1) Обратитъ вниманіе русскихъ капиталистовъ и частныхъ предпринимателей на выработку высококич сортовъ чистой сажи для угольныхъ издѣлій. Въ настоящее время такая въ Россіи не вырабатывается. Производство же сажи въ Плесѣ и Ярославлѣ не дало желаемыхъ результатовъ вслѣдствіе большаго содержанія летучихъ маселъ и привычки русскихъ производителей прибавлять для вѣса воду. Въ общемъ такого рода производство крайне выгодно, вслѣдствіе дешевизны сырья и высокой цѣны готоваго товара.

2) Необходима выработка такихъ техническихъ условий приемки на угольныхъ издѣлія, которыя обезпечивали бы болѣе правильное взаимоотношеніе между покупателями и контрагентами.

3) Войти съ ходатайствомъ въ Медицинскій Департаментъ о выясненіи, насколько различныя соли, примѣшиваемыя къ пламеннымъ углямъ, вредны для здоровья, какъ въ отношеніи дѣйствія ихъ на дыхательные пути, такъ и на органы зрѣнія.

IV о т д ѣ л ь .

По докладу гр. А. Лубенскаго (1).

Передать докладъ въ Комиссію при Постоянномъ Комитетѣ по разсмотрѣнію вопросовъ о примѣненіи электрической тяги на путяхъ сообщенія и предоста- вить ей, по разсмотрѣнію такового, если она найдетъ это необходимымъ, возбудить черезъ Постоянный Комитетъ ходатайство передъ Министерствомъ Путей Сообщенія о принятіи во вниманіе при переустройствѣ Сибирской желѣзной дороги возможность примѣненія электрической тяги.

По докладу Г. О. Графтіо (2).

Признавая, что рѣки Кавказа находятся въ исключительно благоприятныхъ условіяхъ для использования электрической энергіи и въ виду того, что примѣненіе энергіи этихъ рѣкъ можетъ имѣть весьма крупное значеніе, какъ для удешевленія постройки и эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ, такъ и для общаго подъема благосостоянія этого края, III Всероссийскій Электротехническій Съѣздъ, присоединяясь къ выводамъ, полученнымъ изъ работъ Комиссіи по изученію вопроса о примѣненіи электриче-

ской тяги на путяхъ сообщенія, полагаетъ необходимымъ ходатайствовать передъ Министрами Путей Сообщенія и Финансовъ о возможно скорѣйшемъ предпріятии работъ по изслѣдованію энергіи наиболее мощныхъ горныхъ рѣкъ Кавказа вообще и его Черноморскаго Побережья въ частности.

По докладу А. М. Рундо (14).

Приняты нижеслѣдующія постановленія IV от- дѣла:

а) Электрическая тяга судовъ и плотовъ на При- ладожскихъ каналахъ даже въ предположеніи полу- ченія энергіи отъ калорическихъ центральныхъ стан- цій, расположенныхъ на линіи каналовъ, представ- ляется значительно болѣе экономичной, чѣмъ суще- ствующая конная тяга.

б) На основаніи данныхъ доклада и преній, IV Отдѣлъ находитъ, что тuerная и буксирная системы, при данныхъ условіяхъ состоянія каналовъ, болѣе примѣнимы, чѣмъ электровозы⁴.

По докладу В. С. Мелентьева (16).

Передать докладъ въ Комиссію, образованную въ I отдѣлѣ по докладу М. А. Токарскаго.

V о т д ѣ л ь .

По докладу I. И. Крапана (3).

Въ виду важности затронутыхъ въ сообщеніи во- просовъ, образовать специальную Комиссію для выяс- ненія ихъ, въ составъ которой вошли: В. А. Риль, Л. И. Шпергазе, И. И. фонъ-Зигернъ-Корнъ, С. И. Мошковичъ, Н. О. Барановскій, I. П. Крапанъ, Э. Лепинъ и Г. Бурлаковъ.

По докладу П. С. Осадчаго (13).

Образовать особую Комиссію для выработки ме- тодовъ наблюденій магнитныхъ и электрическихъ яв- леній въ землѣ и атмосферѣ и для собиранія дан- ныхъ о результатахъ такихъ наблюденій.

Въ Комиссіи изъявили согласіе участвовать: П. С. Осадчій, В. Н. Демчинскій, Н. Х. Прота- севичъ и Ф. Я. Юхницкій.

Комиссія, по мнѣнію Отдѣла, должна состоять при Постоянномъ Комитетѣ Всероссийскихъ Электротехническихъ Съѣздовъ и окончательная организа- ція ея должна быть предоставлена этому Комитету. Такъ какъ собиранію систематическихъ данныхъ о магнитныхъ и электрическихъ явленіяхъ въ землѣ и атмосферѣ въ значительной степени могутъ содѣй- ствовать вѣдомства почтово - телеграфное и Путей Сообщенія, располагающія обширными сѣтями телеграфныхъ и телефонныхъ проводовъ, то Отдѣлъ постановилъ просить Постоянный Комитетъ Съѣз- довъ, по выработкѣ Комиссіей методовъ наблюденій надъ магнитными и электрическими явленіями въ землѣ и атмосферѣ, возбудить ходатайства передъ подлежащими вѣдомствами о содѣйствіи Комиссіи въ дѣлѣ организаціи вышеуказанныхъ наблюденій и собиранія результатовъ ихъ.

(Продолженіе слѣдуетъ).

Опечатка въ № 1; стр. 15, правый столбецъ.

Постановленіе по докладу К. П. Литовченко:

Конецъ пункта 1 слѣдуетъ читать "... обще- ствамъ за ежегодную плату съ установленной еди- ницы работы".

Примѣненіе однофазнаго двигателя для тяги.

Статья Г. Финци.

Благодаря необыкновенно быстрому развитію электротехники, динамомашины и электрическіе двига- тели различныхъ типовъ достигли высокой степени совершенства. Въ то же время замѣтно стремленіе

къ господству одного опредѣленнаго типа въ каждомъ болѣе обширномъ классѣ машинъ. Не касаясь трансформаторовъ, можно опредѣлить эти классы слѣдующимъ образомъ: во-первыхъ, генераторы постоянного тока, которые служатъ въ то же время и двигателями; затѣмъ, динамомашинны одно—или многофазнаго переменнаго тока; наконецъ, двигатели индукционные или съ вращающимся магнитнымъ полемъ, которые служатъ для превращенія многофазнаго (въ исключительныхъ случаяхъ и однофазнаго тока) въ механическую работу.

Передача и распределение энергій также достигли высокаго развитія. Трансформированіе токовъ высокаго напряженія въ токи съ низкимъ напряженіемъ и обратно, а также необходимая простота индукционныхъ двигателей позволяютъ доставлять огромныя количества энергій изъ отдаленныхъ мѣстностей въ промышленныя районы. Если сравнить простоту конструкций съ высокою производительностью машинъ, то можно почти что придти къ заключенію, что предѣлъ совершенства для нихъ уже достигнутъ.

Въ то же время электрическіе трамваи не только замѣнили прежнія уличныя конки, но, кромѣ того, вытѣснили въ этой области всѣ другія системы тяги. Оказалось, что воздушная проводка съ возвратомъ черезъ рельсы и двигатель постоянного тока съ послѣдовательною обмоткой при 500 вольтахъ являются пригодными для этой цѣли. Слѣдующимъ шагомъ было усовершенствованіе вращающихся трансформаторовъ для трансформации нормальнаго трехфазнаго тока высокаго напряженія въ постоянный токъ, дающій около 500 вольтъ.

Такимъ образомъ оказалось возможнымъ избѣгнуть неудобства постоянныхъ токовъ, которые невозможно ни трансформировать, ни получать достаточно высокаго напряженія.

Указанная система примѣнима и для большихъ путей, но ея выгода съ точки зрѣнія экономіи исчезаетъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ возникаетъ особое затрудненіе, вслѣдствіе большой силы токовъ циркулирующихъ въ троеичномъ проводѣ. Въ этомъ и заключается главная причина того, что для дальнихъ разстояній электрическая тяга не замѣнила пара. За немѣнимымъ лучшимъ способомъ электрическіе двигатели въ поѣздахъ работали постояннымъ токомъ, получаемымъ черезъ посредство третьяго рельса и подвижнаго контакта (въ замѣнъ троллея), и на линияхъ, снабженныхъ такимъ устройствомъ, были достигнуты весьма хорошіе результаты. Конечно, можно было бы избѣгать расходовъ, связанныхъ съ необходимостью устраивать на такихъ линияхъ станціи съ трансформаторами на разстояніи примѣрно 10 км. одна отъ другой, если бы удалось найти способъ питать поѣзда непосредственно переменнымъ токомъ высокаго, въ нѣсколько тысячъ вольтъ, напряженія. Но съ другой стороны, хотя индукционные многофазные двигатели и пригодны для высокихъ напряженій, хорошо и производительнo работать они могутъ только въ извѣстныхъ предѣлахъ скорости; къ тому же необходимость въ трехъ проводахъ (или двухъ, если рельсы играютъ роль третьяго) дѣлаетъ почти совершенно невозможнымъ примѣненіе этой системы на практикѣ. Последнее утвержденіе можетъ показаться поверхностнымъ въ виду успѣховъ достигнутыхъ на линіи Вальгелина *). Но пригодность какой-либо системы въ промышленномъ дѣлѣ еще не доказываетъ успѣхомъ въ единичномъ случаѣ; необходимо, чтобы послѣ этихъ начальныхъ опытовъ она была испытана въ болѣе широкихъ размѣрахъ.

Понятно, что однофазные индукционные двигатели можно оставить совершенно безъ вниманія. Несмотря на простоту передачи тока, примѣненіе ихъ должно ограничиваться небольшими промышленными предприятиями, гдѣ требуется постоянная скорость въ

виду того, что они работаютъ хорошо только въ случаѣ синхронной скорости.

Требованія, которыя предъявляются къ двигателямъ для электрической тяги, состоятъ въ слѣдующемъ. Необходимо, чтобы при различныхъ скоростяхъ ихъ моментъ вращенія былъ достаточно великъ, а ихъ полезное дѣйствіе удовлетворительнымъ для всѣхъ скоростей. Важной также является простота конструкции и ухода за машиной, условіе, безъ котораго можно обойтись при стационарной установкѣ машины.

Индукционные двигатели не отвѣчаютъ этимъ требованіямъ, а среди двигателей постоянного тока шунтовые двигатели только отчасти удовлетворяютъ имъ. Одни лишь двигатели съ послѣдовательною обмоткой по своей приспособляемости къ различнымъ условіямъ приближаются къ паровой и конной тягѣ. Но мы не должны забывать, что даже они не вполне удовлетворительны въ томъ отношеніи, что для того, чтобы тронуться съ мѣста, при самыхъ лучшихъ условіяхъ необходимо переменное напряженіе; если же на линіи, какъ это обыкновенно и бываетъ, вольты остаются постоянными, приходится въ моментъ отправленія вводить сопротивление. Пользованіе нѣсколькими двигателями только отчасти устраняетъ эту необходимость, позволяя соединять ихъ сначала послѣдовательно, а потомъ параллельно.

Идеальнымъ типомъ для электрической тяги является двигатель съ послѣдовательною обмоткой и съ переменнымъ напряженіемъ. Послѣдовательная обмотка, очевидно, пригодна и для переменныхъ токовъ; а переменное напряженіе можетъ быть получено при помощи весьма простыхъ средствъ. Эта система позволяетъ пользоваться однимъ воздушнымъ проводомъ, а въ качествѣ обратнаго — рельсами, и не представляетъ неудобства при примѣненіи высокаго напряженія, которое можетъ быть трансформировано при помощи прибора, не нуждающагося въ прісмотрѣ.

Побочной выгодой является здѣсь также устраненіе электролитическихъ дѣйствій блуждающихъ токовъ.

Учебники по электротехникѣ, даже новѣйшіе, посвящаютъ мало вниманія однофазнымъ двигателямъ съ послѣдовательною обмоткой и осуждаютъ ихъ за ихъ низкій показатель мощности и искробразованіе на коллекторѣ. Таковы были заключенія Штейнметца въ 1896 г., какъ результатъ по необходимости не полной теоріи и нѣкоторыхъ неблагоприятныхъ опытовъ. Какъ это часто случается, мнѣніе такого выдающагося ученаго, хотя и основанное на изученіи только одного четырехъ полюснаго двигателя, удержало многихъ изслѣдователей отъ работы въ этой области, какъ отъ совершенно безнадѣжной задачи. Между тѣмъ, другой типъ двигателя представлялся мнѣ пригоднымъ для пользованія переменнымъ токомъ. Я имѣю въ виду двигатель постоянного тока, морского типа, построенаго фирмою „Brioschi Finzi C^o“, который служилъ для различныхъ цѣлей на итальянскихъ военныхъ судахъ. Его особенностями являются пластинчатый многополюсный сердечникъ съ продольно раздѣленными полюсами, малое межжелезное пространство и малая скорость; а, кромѣ того, система сопротивленій, соединяющихъ обмотку арматуры съ сегментами коллектора. Описываемый однофазный двигатель для тяги представляетъ естественное развитіе той же самой мысли.

Для того чтобы ослабить вліяніе реакціи якоря, необходимо строить какъ полюсныя наконечники, такъ и весь индукторъ изъ пластинчатаго желѣза. Другой способъ, менѣе удовлетворительный, который также извѣстенъ изъ практики динамомашинъ постоянного тока, состоитъ въ томъ, чтобы сильно увеличить индукцію въ полюсныхъ наконечникахъ. Въ однофазномъ двигателѣ Ламма (Lamme) это достигается при помощи ряда отверстій въ полю-

*) См. Э—во, 1902 г. № 1—2, стр. 1

сахъ, но при этомъ уменьшается сѣченіе желѣза, и потери отъ гистерезиса становятся сильнѣе.

По другой системѣ на полюсахъ размѣщаются обмотки замкнутыя на короткое (Steinmetz-Stanley-Lamme) или же пользуются симметричнымъ расположеніемъ обмотокъ якоря, питаемыхъ отъ противоположныхъ точекъ и соединенныхъ на короткое на разстояніи 90° отъ точекъ входа тока (Latur), эти вспомогательныя средства опять таки расфазиваютъ часть энергіи и утечка мѣшаетъ имъ вполне достигнуть цѣли. Если поперечный потокъ и будетъ уничтоженъ этими средствами, то все же остается еще болѣе значительное затрудненіе: а именно искрообразование вслѣдствіе короткаго замыканія (подъ щетками) секцій арматуры, играющихъ роль вторичной обмотки трансформатора, вслѣдствіе переменныхъ токовъ, создающихъ магнитное поле. Морской двигатель былъ снабженъ самымъ лучшимъ средствомъ противъ этого изъ всѣхъ тѣхъ, которыя до сихъ поръ извѣстны, — а именно сопротивленія изъ нейзильбера, соединяющія обмотки съ коллекторомъ, вводятся по очереди въ цѣпь, замкнутую на короткое, такъ что максимальный токъ въ ней падаетъ до значительно меньшей величины. Намѣренно уменьшая индуктивное паденіе напряженія въ секціяхъ арматуры и подбирая подходящую форму полюсовъ, можно, благодаря этому средству, имѣть для тяги хорошіе двигатели съ послѣдовательной обмоткой, для скоростей отъ 15 до 20 обор. въ сек. и болѣе при 100—300 вольтaxъ.

Мнѣ кажется, что послѣ этихъ опытовъ нельзя стоять на точкѣ зрѣнія, осуждающей однофазные двигатели съ послѣдовательной обмоткой за ихъ низкій коэффициентъ полезнаго дѣйствія и малый показатель мощности и разрушительное искрообразование на коллекторѣ. Но такъ какъ возраженія противъ нихъ недавно опять были подняты Латуромъ, то мы разсмотримъ насколько они справедливы.

Согласно Латуру существенными недостатками двигателей съ послѣдовательной обмоткой являются: неудовлетворительность коммутациі при всѣхъ скоростяхъ;

довольно сильный безваттный токъ;

то обстоятельство, что энергія развивается въ той части машины, къ которой прикрѣпленъ коллекторъ, вслѣдствіе чего невозможно непосредственно пользоваться высокимъ напряженіемъ;

то, что нагреваніе статора различно въ различныхъ точкахъ.

Въ отвѣтъ на эти возраженія можно привести слѣдующіе факты. Во-первыхъ, всѣ присутствовавшіе на испытаніяхъ, производившихся въ Миланѣ, должны были признать, что коммутациа была удовлетворительна при всѣхъ скоростяхъ; въ этомъ отношеніи двигатель G.E. 52 постоянного тока при одинаковыхъ условіяхъ работы не представлялъ никакихъ преимуществъ. При этомъ нашъ коллекторъ во всѣхъ опытахъ не требовалъ никакого ухода за собой.

Замѣчательно, что эти результаты были достигнуты самыми простыми средствами, не прибѣгая ни къ какимъ окольнымъ путямъ. Они получены только благодаря цѣлесообразному устройству, подходящей формѣ магнитнаго потока и тѣмъ сопротивленіямъ между обмоткой и коллекторомъ, которыя уже примѣнялись раньше въ машинахъ постоянного тока. Хотя эти сопротивленія въ однофазномъ двигателѣ болѣе, чѣмъ въ обыкновенныхъ случаяхъ, ихъ присутствіе не понижаетъ сколько нибудь значительно производительность машины, такъ какъ весь токъ проходитъ или только черезъ два сопротивленія или черезъ двѣ ихъ пары. Устраненіе поперечной реакціи посредствомъ простаго раздѣленія магнитнаго потока, безъ помощи специальныхъ обмотокъ или короткаго соединенія обмотки статора въ симметрическихъ точкахъ, устраняетъ омическія потери и несимметричное нагреваніе, что и составляло одинъ

изъ доводовъ Латура противъ двигателей съ послѣдовательной обмоткой.

Что касается безваттнаго тока, то самъ по себѣ этотъ вопросъ не важенъ. Показатель мощности нашего двигателя всегда достигалъ достаточно большой величины, такъ что ни при передачѣ, ни по отношенію къ генераторамъ не представляется никакихъ затрудненій.

Кривыя описываемаго двигателя являются лучшимъ отвѣтомъ на эти возраженія. Двигатель съ показателемъ мощности отъ 0,85 до 0,98 при различныхъ скоростяхъ и напряженіяхъ, отъ 550 до 1400 оборотовъ и отъ 80 до 160 вольтъ, не можетъ заслужить упрека въ низкомъ показателѣ мощности.

Третье возраженіе могло бы имѣть значеніе только въ томъ случаѣ, если бы существовала какая нибудь другая система, пригодная для непосредственной утилизаціи высокаго напряженія, но и въ такомъ случаѣ оставалось бы вопросомъ, лучше или хуже пользоваться высокимъ напряженіемъ безъ посредства трансформатора. Если даже генераторы на станціи возбуждаютъ иногда сомнѣнія въ отношеніи безопасности, то тѣмъ болѣе эти возраженія примѣнимы къ двигателю, работающему въ пути подъ трамваемъ. Мнѣ представляется, что лучшей системой тяги является примѣненіе высокаго напряженія на линіи, и низкаго напряженія для двигателей.

Двигатели съ смѣшаннымъ дѣйствіемъ для тяги снабжены двумя щетками, какъ и двигатель постояннаго тока, другая же пара на разстояніи 90° отъ первой соединена короткимъ замыканіемъ какъ въ репульсионномъ двигателѣ, съ той разницей, что ихъ положеніе отличается на 45° отъ положенія въ обыкновенномъ репульсионномъ двигателѣ.

Это устройство имѣетъ цѣлью довести показатель мощности до единицы и уничтожить искрообразование на щеткахъ, соединенныхъ съ обмоткой; съ другой же стороны самъ Латуръ допускаетъ, что коммутациа другой пары щетокъ хороша только при синхронной скорости, но даже и въ такомъ двигателѣ необходимо большое число пластинокъ коллектора. Онъ совѣтуетъ также разъединять статоръ и роторъ въ моментъ начала дѣйствія. Это имѣетъ цѣлью отдѣлить роторъ отъ высокаго напряженія на линіи, заставляя двигатель работать по принципу репульсионнаго. Но щетки, соединенныя на короткую, должны въ этомъ случаѣ касаться коллектора на 45° дальше своего обычнаго положенія при полной скорости и смѣшанномъ дѣйствіи.

Что эта система можетъ дать хорошіе результаты, весьма вѣроятно. Но нельзя ожидать отъ нея ни болѣе экономіи, ни болѣе простаго ухода за машиной, чѣмъ въ нашемъ простомъ двигателѣ съ послѣдовательной обмоткой, не говоря уже о пользованіи двумя различными принципами въ началѣ дѣйствія и при полной скорости, о необходимости передвигать и поднимать щетки при помощи нѣкотораго передаточнаго механизма и о предѣльной скорости, выше которой щетки, соединенныя короткимъ замыканіемъ, начинаютъ чувствительно искрить.

Другой типъ двигателя со смѣшаннымъ дѣйствіемъ, изобрѣтенный Арнольдомъ, извѣстенъ, какъ произведеніе Wagner Electric Co. Вслѣдствіи онъ былъ усовершенствованъ Шюлеромъ *) (Schüller). Вагнеровскій двигатель состоялъ изъ статора съ обмоткой для одной фазы и репульсионнаго ротора съ короткимъ замыканіемъ и автоматическимъ подъемомъ щетокъ, превращающимъ его въ простой индукціонный двигатель, когда онъ приведенъ уже въ дѣйствіе.

Двигатель Шюлера устроенъ на томъ же принципѣ. Но отталкиваніе и индукція не раздѣляются, а дѣйствуютъ совмѣстно съ начала дѣйствія до полной скорости. Вся разниця во вращающейся части, которая состоитъ изъ обыкновеннаго вращающагося трансформатора съ трехфазнымъ реостатомъ для

*) См. Э—во, 1903 г. № 19, стр. 257.

начала дѣйствія, который соединяется съ кольцевымъ коллекторомъ (slip-rings) и со щетками, замкнутыми на короткое на коммутаторѣ. Такимъ образомъ коммутаторъ превращаетъ его въ репульсионный двигатель съ все болѣе и болѣе слабымъ дѣйствіемъ по мѣрѣ приближенія къ полной (синхронной) скорости, а реостатъ сообщаетъ ему характеръ индукціоннаго двигателя съ полнымъ дѣйствіемъ при максимальной скорости.

Двигатель Шюлера представляетъ изъ себя хорошей однофазный индукціонный двигатель съ большимъ начальнымъ моментомъ вращенія и для многихъ цѣлей является вполне удовлетворительнымъ. Другой вопросъ, можетъ ли онъ служить для электрической тяги. Въ этой области максимальная синхронная скорость, предѣльная, какую онъ можетъ развить, является скорѣй шагомъ назадъ. Съ другой стороны большимъ недостаткомъ является необходимость передвигать щетки на 90° при обратномъ ходѣ, а также трехфазный реостатъ, который всегда являлся нежелательнымъ усложненіемъ трехфазной тяги. Его единственнымъ преимуществомъ является возможность пользоваться обмоткой статора для высокихъ напряженій. Но употребленіе высокаго напряженія и репульсионныхъ щетокъ не улучшаетъ условій при началѣ дѣйствія, какъ это достигается въ нашемъ двигателѣ съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ посредствомъ регулированія напряженія. Всѣ эти особенности должны, конечно, понизить полезное дѣйствіе при началѣ хода.

Резюмируя сказанное, мы находимъ, что однофазный двигатель съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ при постоянномъ напряженіи автоматически регулируетъ свою скорость сообразно съ нагрузкой; при большихъ нагрузкахъ скорость обратно пропорциональна нагрузкѣ. Онъ позволяетъ регулировать напряженіе безъ потерь и допускаетъ широкіе предѣлы для скорости. Съ другой стороны оказывается невозможнымъ непосредственно пользоваться высокимъ напряженіемъ и до настоящаго времени приходится ограничиваться малой частотой. Но, во-первыхъ, регуляторъ напряженія можетъ быть соединенъ съ трансформаторомъ, а второе обстоятельство является препятствіемъ только въ томъ случаѣ, если имѣть въ виду лишь обычныя системы станціи для освѣщенія и производствa энергіи.

Двигатель Латура выносить высокое напряженіе при большой скорости, но въ началѣ дѣйствія онъ долженъ употребляться, какъ репульсионный двигатель, и такимъ образомъ терять нѣкоторыя выгодныя качества двигателя съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ. Регулированіе напряженія при началѣ хода требуетъ примѣненія реостатовъ и трансформаторовъ, и такимъ образомъ непосредственное пользование высокимъ напряженіемъ является болѣе иллюзорнымъ, чѣмъ кажется на первый взглядъ. Кроме того, высокое напряженіе получится на щеткахъ обмотки выше синхронной скорости; въ то же время въ качествѣ репульсионнаго двигателя онъ не можетъ развить сколько нибудь значительнаго момента. При томъ и частота, которой пользовался Латуръ, была не особенно высока (25~).

Наконецъ, двигатель Шюлера выносить высокое напряженіе и построенъ для высокой частоты (50~). Но регулированіе напряженія при началѣ дѣйствія также неудовлетворительно и усложняетъ его примѣненіе на практикѣ. Высшая скорость его имѣетъ тотъ же предѣлъ, что и у обычнаго индукціоннаго двигателя.

Значеніе однофазнаго двигателя съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ для уличныхъ трамваевъ и желѣзныхъ дорогъ не можетъ быть точно оценено за неимѣніемъ необходимыхъ данныхъ. Задачи электрической тяги обнаруживаютъ такую склонность мѣняться сообразно обстоятельствамъ и ихъ разрѣшеніе настолько сложно, что трудно ожидать, чтобы этотъ вопросъ въ скоромъ времени принялъ болѣе

опредѣленную форму, чѣмъ онъ имѣетъ въ настоящее время. Но уже неоднократно примѣнительно къ нѣкоторымъ отдѣльнымъ желѣзнодорожнымъ линиямъ появлялись проекты перехода къ электрической тягѣ, въ которыхъ съ наивозможной тщательностью сравнивались детали паровой и электрической тяги; и когда всѣ условія были приняты во вниманіе, не разъ высказывалось мнѣніе въ пользу электричества, несмотря на неудобства постоянного и трехфазнаго тока.

Предыдущія разсужденія и наши опыты показали, что эти неудобства не существуютъ въ однофазной системѣ. И въ большинствѣ случаевъ только подобнаго совершенствованія и недостаетъ, чтобы дать возможность электрической тягѣ успѣшно конкурировать паровой тягой.

Однофазный двигатель для тяги, описанный выше, былъ вначалѣ тщательно испытанъ въ лабораторіи фирмы „Gadda Brioschi Finzi“. На основаніи результатовъ этого испытанія были вычерчены характеристики двигателя (фиг. 12 и 13). Фиг. 12 для каждаго напряженія изображаетъ амперы въ зависимости отъ угловой скорости (сплошная черта) и момента вращенія (пунктиръ).

Эти кривыя ясно обнаруживаютъ, что для одного и того же момента сила тока тѣмъ больше, чѣмъ выше напряженіе, и это обнаруживается тѣмъ яснѣе, чѣмъ больше моментъ вращенія. Мы видимъ на чертежѣ пучокъ слегка расходящихся кривыхъ.

Фиг. 13 даетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія и мощности въ зависимости отъ скорости при различныхъ вольтахъ. Интересно, что въ кривыхъ полезнаго дѣйствія большія ординаты соответствуютъ тѣмъ меньшимъ скоростямъ, чѣмъ ниже напряженіе, такъ что, если полезное дѣйствіе и не особенно высоко, двигатель всегда работаетъ въ благоприятныхъ условіяхъ, имѣя при низкихъ вольтахъ малую скорость. Обращаемъ вниманіе также на высокой коэффициентъ мощности, когда скорость достигаетъ значительной величины.

Двигатель былъ затѣмъ присоединенъ къ обыкновенному вагону, употреблявшемуся компаніей Эдисона для городского сообщенія. Изъ вагона были удалены двигатель постоянного тока (0.7 тоннъ), распредѣлитель (0.072 тоннъ) и реостатъ (0.08 тоннъ). Вполнѣ смонтированный вагонъ вѣситъ 6.7 тоннъ, вагонъ безъ двигателя стало быть 5.85 т. Послѣ этого былъ присоединенъ однофазный двигатель (0.8 тоннъ) и трансформаторъ съ регуляторомъ (0.5 т.); въ суммѣ получается 7.15 тоннъ. Необходимо замѣтить, что для сохраненія времени былъ вставленъ трансформаторъ на 40 киловаттъ, въ то время, какъ вполнѣ достаточенъ трансформаторъ и на 14 квт., который вѣситъ только 0.25 тоннъ, что даетъ для вполнѣ смонтированнаго вагона 6.85 тоннъ.

Схема проводовъ вагона изображена на фиг. 9. Проводъ, идущій отъ троллея, снабженъ первымъ выключателемъ на одной платформѣ; потомъ онъ переходитъ на другую, гдѣ расположенъ регуляторъ, проходитъ черезъ амперметръ А, предохранитель в, другой выключатель, затѣмъ черезъ трансформаторъ, другой конецъ котораго соединенъ съ землей такъ же, какъ и одна изъ щетокъ двигателя R. Другая щетка соединена съ индукторомъ E, а затѣмъ идетъ къ ручкѣ регулятора T, который забираетъ токъ съ различныхъ точекъ обмотки трансформатора. Эти точки соединены съ пятью секціями, соответствующими 80, 100, 120, 140 вольтамъ, при питающемъ токѣ въ 500 вольтъ, и переходъ отъ одной точки къ другой совершенно не сопровождается искрообразованіемъ.

Для остановки размыкался одинъ изъ выключателей. Это дѣлалось для простоты, такъ какъ при испытаніи приходилось пользоваться уже готовыми частями механизма. Регуляторъ для практическаго примѣненія, конечно, долженъ быть снабженъ ходовымъ контактомъ для остановокъ. Коммутаторъ С

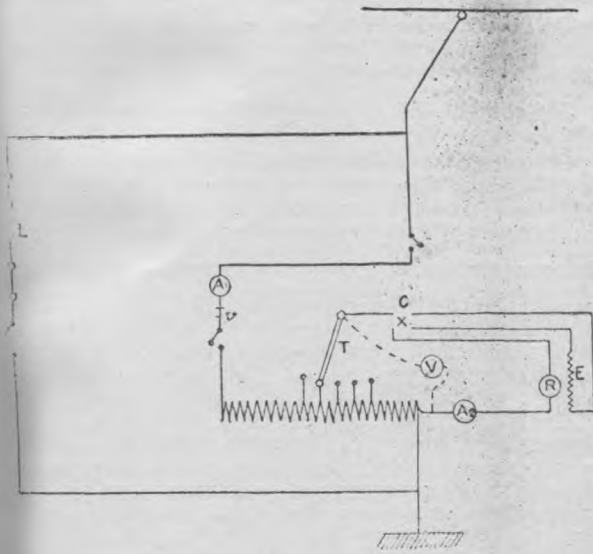
позволял мѣнять направленіе поля для обратнаго хода. Амперметр a_2 показывал токъ въ двигателѣ; а вольтметръ v вольты. Особая цѣпь L отъ троллея къ землѣ питала пять лампочекъ накаливанія, соединенныхъ послѣдовательно.

Испытанія производились въ іюнѣ 1903. въ продолженіи 10 ночей. Въ общей суммѣ вагонъ про-

При полномъ напряженіи изрѣдка появляются отдѣльныя искры, но не больше, чѣмъ въ обычномъ хорошемъ двигателѣ для тяги. Искры не представляли характера дуги и скорѣе походили на частицы угля, уносимыя со щетокъ. Послѣ 200 км. коллекторъ остался такимъ же чистымъ и гладкимъ, какъ и передъ этимъ, и щетки не обнаружили никакого изнашиванія.

Цѣлью этихъ испытаній было съ одной стороны выяснитъ степеи пригодности нашего двигателя къ специальнымъ цѣлямъ тяги, съ другой измѣрить количество энергіи поглощаемое при пробѣгахъ и въ началѣ дѣйствія для сравненія съ работой двигателей постоянного тока. Сообразно съ этими цѣлями испытанія были двухъ родовъ; одни были посвящены записыванію показаній приборовъ, которые, показывали количество энергіи, необходимое для поддержания различныхъ скоростей. При этихъ испытаніяхъ остановки производились только тамъ, гдѣ это было необходимо.

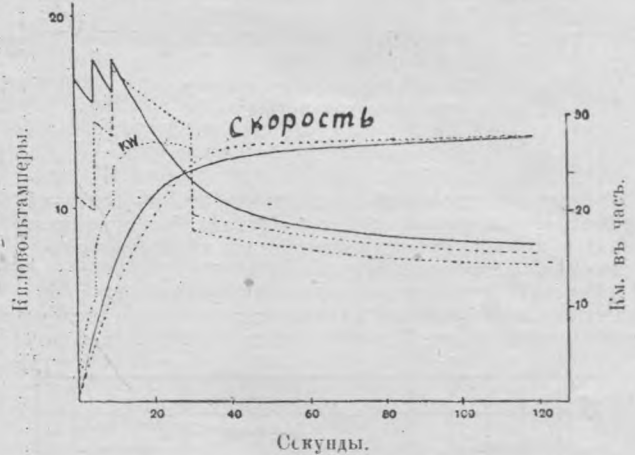
Другія испытанія состояли изъ послѣдовательныхъ развиванія различныхъ скоростей и остановокъ. Этимъ способомъ было получено точное представленіе объ началѣ дѣйствія, въ то время, какъ показанія интегрирующаго ваттметра позволяли сравнить количества затраченной энергіи при постоянныхъ



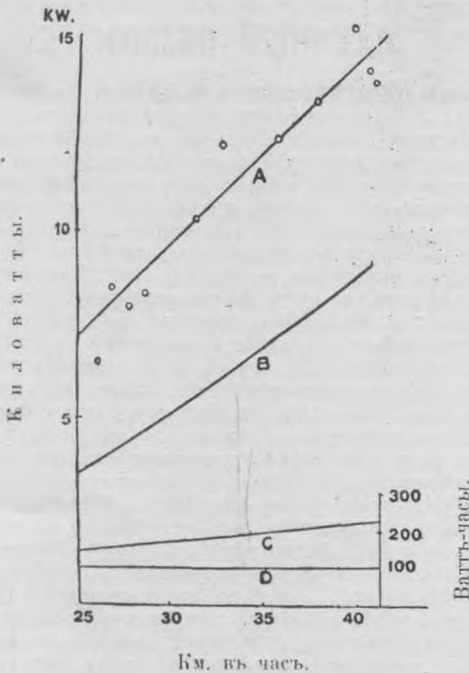
Фиг. 9.

шелъ 200 км. Никакихъ затрудненій новый двигатель не представилъ ни на уклонахъ, ни на кривыхъ.

Первыя испытанія уже показали медленное возростаніе скорости и полное отсутствіе искрообразо-



Фиг. 11.



Фиг. 10

остановкахъ и при пробѣгѣ безъ остановки. Такія же испытанія были произведены и съ другимъ вагономъ, снабженнымъ обычнымъ двигателемъ Р.Е. 52.

Полученные результаты не представляютъ большой точности, такъ какъ она совершенно недостижима въ опытахъ, касающихся тяги, въ виду трудности производить точные отсчеты въ одно время и въ виду сложности эксперимента. Но въ предѣлахъ ихъ точности имъ можно довѣрять; къ тому же результаты, полученные различными путями, представляютъ хорошее согласіе.

На фиг. 10 линия А показываетъ мощность генератора на станціи, необходимую для развитія скорости въ 25—40 км. въ часъ десятитоннымъ вагономъ съ однофазнымъ двигателемъ. Кривая представляетъ среднее изъ данныхъ нашихъ опытовъ, составленныхъ изъ показаній ваттметра Сименса, наблюденныхъ скоростей и показаній ваттметра Оливетти. Отдѣльные результаты представляются довольно расходящимися но лучшаго нельзя было и ожидать въ виду того, что путь состоялъ изъ большаго числа поворотовъ и короткихъ прямыхъ пробѣговъ, во время которыхъ постоянная скорость могла поддерживаться только короткое время.

Кривая В представляетъ отдачу энергіи двигателемъ; она получается изъ А, если принять во вниманіе потери при передачѣ, въ трансформаторѣ и

ванія. Особенно удовлетворительна коммутация при началѣ дѣйствія, когда нашъ двигатель во всѣхъ отношеніяхъ превосходитъ двигатель постоянного тока.

полезное действие двигателя (при данной скорости и напряжении).

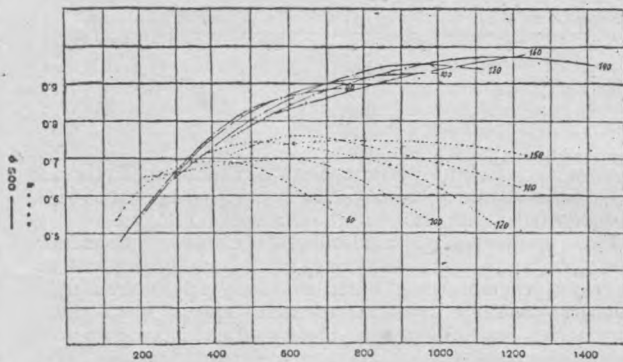
Кривая С дает энергию в ватт-часах для вагона в 10 тонн на 1 км., отданную двигателем; кривая D показывает расход энергии на трение на 1 км. Эта кривая получена из первой, посредством вычитания сопротивления воздуха, которое вычислено на основании формы вагона и коэффициентов трения, полученных из последних опытов (Finzi и Soldati о сопротивлении воздуха). Таким образом получено,



Фиг. 12.

что трение поглощает 10 ватт-часов на тонну-километр; из них около 0,5 составляет трение в подшипниках. Это приводит нас к коэффициенту тяги 3,48 клгр. на тонну.

Фиг. 11 позволяет сравнить ускорения, развиваемые однофазным двигателем и двигателем постоянного тока. Мы принимаем, что для город-



Обороты в минуту.

Фиг. 13.

ского трамвая необходима максимальная скорость 22 клм. в час, если средняя 17 клм. На этом основании и производится сравнение, которое в результате дает почти одинаковое ускорение для обоих двигателей. Так, например, скорость в 22 клм. в час была развита при среднем ускорении 0,25 м. в секунду однофазным двигателем, при ускорении 0,28 двигателем Г.Е. 52. Сплошная черта диаграммы относится к последнему, пунктир к первому. Поглощенная энергия и скорость изображены в функции от времени. Для однофазного двигателя самая верхняя линия изображает вольтамперы двигателя.

Даже после начала действия мы видим, что однофазный двигатель поглощает меньше энергии, в виду сопротивления, которое представляет последовательная обмотка Р. Е. 52. Интегрируя кривые мощности для каждого двигателя до скорости 22 клм. мы находим:

однофазный двигатель 9,4 ватт-часов на тонну
Г. Е. 52 " 12,35 " " "

Распространяя интегрирование до скорости 23,5 клм., которой оба двигателя достигают одновременно, получаем:

однофазный двигатель 10,6 ватт-часов на тонну
Г. Е. 52 " 14,85 " " "

Обращаем внимание на то, что наши ватт-часы на тонну для приведения в действие двигателя постоянного тока ниже тех, которые принимает Блондену, на основании различных соображений. Эмпирическая формула, которую он дает, $\frac{v^2}{30}$ в нашем случае дала бы 16 ватт-часов. Но даже и наши данные показывают экономию в 25% для однофазных двигателей. Эта экономия тем более значительна, что в городах расход на остановки достигает 50%, а иногда 65% всей траты энергии.

Что касается коэффициента мощности, то он изменяется в довольно широких пределах, в зависимости от скорости и напряжения, как это показывают характеристика двигателя (фиг. 13); эти кривые использованы для исследования ускорений (фиг. 11); они дают для среднего, обычного развития скорости коэффициент мощности 0,7. С другой стороны, если сравнить диаграмму ватметра с кривыми тока и напряжения на станции во время пробга, то мы получим в среднем коэффициент мощности 0,8, который колеблется в пределах от 0,6 до 0,95.

(The Electrical Review. 1903).

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Новая исследования N-лучей. В № 21 м. г (стр. 302) "Э" — во" были описаны опыты Блондло над изучением "накопления" N-лучей в различных предметах, подвергнутых действию источников испускающих N-лучи. Неумолимый исследователь пошел еще дальше в своих интересных открытиях. Наблюдая однажды слабо освещенную полосу бумаги, Блондло случайно поднес к лицу кирпич, подвергавшийся инсоляции и тотчас заметил, что полоса стала гораздо ярче. Когда кирпич был повернуть неинсолированной стороной к лицу, бумага опять потемнела. Действие сказывалось совершенно ясно сквозь черную бумагу. Другой опыт был произведен следующим образом: комната была затемнена так, что стрелки на циферблате стальных часов были едва видны. Лишь только был поднесен к лицу инсолированный кирпич, как тотчас стрелки и циферблат стали видны совершенно ясно и можно было разобрать, который час. Очевидно, что выходящие из кирпича N-лучи оказывали какое-то действие на светящую оболочку глаза, благодаря которому ясное становилось изображение предметов на ней. Такое действие с первого взгляда казалось невероятным, так как светящая оболочка защищена снаружи разными водянистыми жидкостями; известно, что N-лучи через воду совершенно не проникают. Однако, опыты Блондло показали, что растворы солей являются достаточно проникаемыми для N-лучей и свежепрепарированный бычий глаз оказался прозрачным для них во всех направлениях. Более того, некоторые растворы солей, как напр. гипосульфит, об-

ладаютъ способностью „накоплять“ въ себѣ N-лучи и сами становятся источниками ихъ вмѣсто лампы Нерста. Дальнѣйшіе опыты Блондло показали, что для того, чтобы нѣкоторые тѣла начали испускать N-лучи, совершенно не нужно подвергать ихъ предварительному освѣщенію N-лучами. Оказалось, что при сгибаніи, сжиманіи, скручиваніи нѣкоторыхъ тѣлъ они становятся источниками N-лучей во все время, пока продолжается деформация. Такими свойствами обладаютъ стекло, дерево, гуттаперча и т. д. Вышеописанный опытъ съ часами прекрасно удается, если держать передъ лицомъ палку и сгибать ее. Закаленная сталь испускаетъ непрерывно N-лучи и сохраняетъ это свойство втеченіе невѣроятно долгаго времени: такъ ножъ, найденный въ Галло-Романской могилѣ Меровингской эпохи съ несомнѣнною испускаетъ N-лучи. Эти лучи проходятъ свободно сквозь пластинки алюминія толщиной въ 1,5 см., дерево— въ 3 см., сквозь черную бумагу и т. п. Непрерывно сгибаемая желѣзная пластинка испускаетъ N-лучи лишь втеченіе нѣсколькихъ минутъ, а алюминіевая пластинка и еще того меньше. Авторъ полагаетъ, что подмѣченныя имъ свойства имѣютъ много общаго съ радиоактивностью. Необходимо отмѣтить одинъ интересный фактъ. Сколько ни старались во многихъ европейскихъ лабораторіяхъ повторить опыты Блондло (между прочимъ и въ Петербургскомъ университетѣ) всѣ усилія оказывались до сихъ поръ тщетными и ни одного изъ явленій Блондло не удалось получить съ несомнѣнною. Съ многихъ сторонъ даже начали высказывать мнѣнія, что все открытое Блондло является сплошнымъ заблужденіемъ, что все, что онъ видитъ, есть результатъ или самовнушенія, или какой-то роковой и еще невыясненной ошибки. Тѣмъ интереснѣе становится появившаяся въ декабрѣ прошлаго года работа А. Шарпантье, которому не только удалось повторить всѣ опыты Блондло и получить вполне удовлетворительные результаты, но и открыть рядъ новыхъ, весьма интересныхъ явленій. Поднося слабо фосфоресцирующій экранъ изъ платиносинеродистаго барія къ своему тѣлу, онъ замѣтилъ, что онъ начинаетъ свѣтиться ярче. Вспыхиваніе экрана становится ярче, когда онъ подносится къ какому нибудь мускулу и усиливается еще при его сокращеніи. Точно такое же явленіе наступаетъ и вблизи нервныхъ центровъ, причѣмъ дѣйствіе на экранъ увеличивается при усиленіи дѣятельности нервнаго центра. Повидимому, сокращающіяся мышцы становятся источникомъ N-лучей и выходящія изъ нихъ лучи обладаютъ всѣми свойствами обыкновенныхъ N-лучей. Сначала являлось предположеніе, что излученіе N-лучей изъ тѣла могло быть слѣдствіемъ „накопленія“ ихъ въ немъ вслѣдствіе предшествовавшей инсоляціи, но оказалось, что и послѣ 9-ти часового пребыванія въ темнотѣ дѣйствіе сокращающихся мышцъ на экранъ не измѣнилось. Шарпантье указываетъ на громадное физиологическое значеніе открытыхъ имъ явленій, такъ какъ они впервые даютъ намъ въ руки непосредственную внѣшнюю реакцію возбужденнаго нерва. Точно также является возможность обозначить очертанія дѣйствующей мышцы на живомъ субъектѣ. Такъ, напр., можно легко опредѣлить очертанія сердца. Всѣ описанныя явленія и открытія приходится пока приводить безъ всякихъ пояснительныхъ замѣчаній, не высказывая никакихъ предположеній, не строя никакихъ теорій. Вопросъ пока еще слишкомъ теменъ и приходится ждать, пока рядъ другихъ, независимыхъ наблюдателей не подтвердятъ открытія Блондло и Шарпантье. До тѣхъ же поръ остается только спокойно выжидать. Но если все сдѣланное окажется вѣрнымъ, то цѣлыя новыя области откроются передъ наукой.

(„Comptes Rendus“, 1903).

Объ одномъ отношеніи между оптическими и электрическими свойствами металловъ. На послѣднемъ сентябрьскомъ сѣздѣ

нѣмецкихъ естествоиспытателей и врачей въ Касселѣ Рубенсъ сдѣлалъ интересное сообщеніе о новой, найденной имъ сообщая съ Гагеномъ, зависимости между отражательной способностью и электропроводностью металловъ. Зависимость эта выражается формулой: $(100-R) \sqrt{K} = C$, гдѣ R означаетъ собой отражательную способность (т. е. процентное отношеніе отраженныхъ лучей къ падающимъ), K—электропроводность, C—постоянную величину. Отношеніе это распространяется только на длинныя волны. Величина же постоянной C для такихъ волнъ выражается формулой $C = \frac{36,5}{\sqrt{\lambda}}$ (гдѣ λ —длина волны), т. е. $100 - R = \frac{36,5}{\sqrt{K\lambda}}$; числовое значеніе K пред-

ставляется здѣсь какъ обращенная величина сопротивленія, измѣреннаго въ омахъ на 1 метръ длины при 1 кв. мм. поперечника. Величина постоянной C можетъ быть также вычислена, исходя изъ теоріи Максвелла; вычисленные величины очень хорошо совпадаютъ съ найденными экспериментально, какъ видно, напримѣръ, изъ слѣдующей таблички:

$\lambda =$	4 μ	8 μ	12 μ
K вычислено	18,25	12,94	10,54
„ найдено . .	19,4	13,0	11,0

Электроемкость трубки, наполненной разряженнымъ газомъ и присоединенной однимъ своимъ электродомъ къ одному полюсу катушки Румкорфа, въ магнитномъ полѣ. Изслѣдованія, произведенныя на эту тему Афанасьевымъ и Лопухинымъ по методу Бормана и Петровскаго, дали слѣдующіе результаты: 1) электроемкость гейслеровой трубки возрастаетъ при увеличеніи степени разряженія трубки, достигаетъ максимума при давленіи 1 мм. ртути и затѣмъ, при дальнѣйшемъ разряженіи, уменьшается; 2) параллельно измѣненіямъ электроемкости измѣняются также объемъ свѣтящейся части трубки и характеръ свѣченія; 3) электроемкость трубки возрастаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ потенциала, сообщаемаго ей электроду; 4) электроемкость трубки возрастаетъ съ увеличеніемъ частоты перерывовъ первичной цѣпи катушки; 5) при разряженіи меньше 1 мм. ртути магнитное поле, параллельное оси трубки, уменьшаетъ ее электроемкость; 6) магнитное поле, перпендикулярное оси трубки, увеличиваетъ ее электроемкость при давленіяхъ между 25 и 1 мм., остается безъ вліянія при давленіи 0,5 мм., уменьшается ее при давленіяхъ между 0,5 и 0,03 мм. и, наконецъ опять увеличиваетъ при дальнѣйшемъ разряженіи. (Журн. Р. Ф.-Х. О., 1903, № 8).

Изготовленіе тонкихъ металлическихъ пленокъ при помощи катоднаго распыленія. Давно уже замѣчено, что въ эвакуированныхъ трубкахъ, въ которыхъ производится тихій электрическій разрядъ, на внутреннихъ стѣнкахъ постепенно образуется отложеніе тонкаго слоя частичекъ металла электродовъ. На этомъ явленіи основанъ, между прочимъ, способъ Лонгдена изготовленія платиновыхъ сопротивленій. Въ «Journal de Physique» L. Houllévigue описываетъ свои опыты, посвященные ближайшему изученію образованія металлическихъ отложеній путемъ распыленія металла катода. Методъ удался до сихъ поръ примѣнить къ 11 металламъ: золоту, серебру, платинѣ, палладію, вѣди, цинку, желѣзу, никкелю, кобальту, олову и висмуту. Отложенія были получены, какъ на проводникахъ, такъ и на непроводникахъ; наибольшій интересъ представляютъ металлическія пленки на стеклѣ, изготовленію которыхъ авторъ поэтому посвящаетъ преимущественное вниманіе. Аппаратъ, которымъ пользуется Гуллевиго, состоитъ изъ стекляннаго колокола, по-

ставленного на металлическую плиту, соединенную с положительным полюсом источника тока; на плите лежит алюминиевый диск, на который кладется стеклянная пластинка; параллельно стеклу сверху помещается катод—пластинка из того металла, отложение которого желают получить на стекле. Источником тока служит индукционный аппарат Дюкретэ. Расстояние металлической пластинки от стеклянной оказывает большое влияние на качество металлического отложения; это расстояние лучше всего брать в 15 мм. Разрѣженіе в колоколѣ должно достигать от $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{100}$ мм. После того, как такое разрѣженіе установлено, индукционный аппарат пускается в ход. Весь колоколъ заполняется тихимъ разрядомъ и вокругъ катода появляется известное, замѣченное еще Гитторфомъ, темное пространство. Но такъ какъ пустота скоро портится вслѣдствіе выдѣленія изъ катода газовъ, находившихся въ немъ прежде въ состояніи окклюзии, то нужно нѣсколько разъ прерывать разрядъ и возобновлять выкачиваніе газовъ. Когда, наконецъ, катодъ совершенно освобожденъ отъ газовъ, начинается распыленіе частичекъ металла катода, которая большая часть осѣдаютъ на противоположащей стеклянной пластинкѣ; въ то же время весь колоколъ нагрѣвается. Толщина получаемой на стеклѣ металлической пленки зависитъ, конечно, отъ продолжительности дѣйствія разряда; пленки могутъ быть прозрачны или и непрозрачны; во всякомъ случаѣ онѣ обладаютъ полнымъ зеркальнымъ блескомъ и, имѣя въ виду ничтожность ихъ толщины, очень значительной прочностью. Въ особенности крѣпки пленки изъ желѣза, окисляющіяся къ тому же съ большимъ трудомъ. Въ проходящемъ свѣтѣ большая часть пленокъ имѣетъ коричневый цвѣтъ; мѣдныя—зеленый, золотыя—зеленоватоголубой, серебряныя—фиолетовый. Въ падающемъ же свѣтѣ пленки, въ особенности со стороны стекла, показываютъ извѣстные цвѣта тонкихъ пластинокъ. При употребленіи квадратныхъ катодовъ и стеклянныхъ пластинокъ толщина металлическихъ пленокъ не вездѣ одинакова, а меньше въ центрѣ и у угловъ; если же катодъ круглый, а стеклянная пластинка квадратна, то удается получать почти совсѣмъ равномерныя пленки. Съ платиной и палладіемъ Гулевицъ замѣтилъ ту особенность, что пленки, вполне однородныя и блестящія подъ микроскопомъ, покрываются трещинами, когда на нихъ дохнуть. Пленки изъ висмута оказываются нечувствительными къ дѣйствию магнитнаго поля, въ которомъ ихъ проводимость не измѣняется; изъ этого слѣдуетъ заключить, что висмутъ въ такихъ пленкахъ аморфенъ. Прозрачныя желѣзныя пленки ясно обладаютъ магнитнымъ вращеніемъ. Описанному способу получения тонкихъ металлическихъ пленокъ авторъ даетъ названіе „ионопластики“.

Уничтоженіе гистерезиса подѣ влияніемъ быстро измѣняющагося магнитнаго поля. Исслѣдованія Маркони и Тиссо надъ новымъ приемникомъ для беспроволочной телеграфіи показали, что быстро измѣняющееся магнитное поле измѣняетъ характеръ намагниченія производимаго въ обыкновенныхъ условіяхъ. Маркони приписывалъ это явленіе устраненію запаздыванія намагничиванія относительно тока по времени. Тиссо же полагаетъ, что здѣсь дѣло заключается во влияніи быстро измѣняющагося магнитнаго поля на характеръ явленія гистерезиса.

Моренъ для исслѣдованія этого вопроса поставилъ рядъ количественныхъ опытовъ и пришелъ къ заключенію, что измѣняется явленіе гистерезиса; оно даже исчезаетъ совершенно. При намагничиваніи желѣзнаго или стальнаго стержня при дѣйствіи въ то же время быстро измѣняющагося магнитнаго поля того же направленія вмѣсто извѣстной кривой изъ двухъ вѣтвей получается одна кривая, на которой лежатъ всѣ точки, полученныя при усиленіи поля и

при ослабленіи его. Для этого нужно только, чтобы намагничиваемый стержень былъ достаточно тонокъ. Опыты производились слѣдующимъ образомъ. Изслѣдуемый стержень (обыкновенно часовая пружина толщиной отъ 0,1 до 0,15 мм. и ширина 0,2—1 мм.) былъ окруженъ двумя очень длинными катушками. Внешняя катушка служила намагничивающей катушкой; по ней пропускался постоянный токъ различной силы.

Внутренняя катушка, состоявшая изъ одного только слоя тонкой хорошо изолированной проволоки, служила для созданія быстро измѣняющагося магнитнаго поля. Это поле производилось слѣдующимъ образомъ. Къ катушкѣ Румкорфа была приключена Лейденская банка. Внешняя и внутренняя обкладка банки были соединены съ вышеуказанной внутренней катушкой. Между одной изъ обкладокъ банки и концомъ этой катушки былъ включенъ искромѣръ.

Интенсивность намагничиванія измѣнялась при посредствѣ магнетометра довольно большой чувствительности.

Для всякаго стержня сначала наносилась обыкновенная кривая полного цикла намагничиванія; послѣ этого производился вторичный опытъ при прочих равныхъ условіяхъ, но съ участіемъ измѣняющагося магнитнаго поля.

Моренъ получилъ слѣдующіе результаты: для тонкихъ стержней явленіе гистерезиса совершенно исчезало, такъ что вмѣсто кривой, состоящей изъ двухъ вѣтвей, получалась одна общая кривая; для болѣе толстыхъ стержней обѣ части кривой оставались раздѣленными, но они были ближе другъ къ другу, чѣмъ прежде. Изчезновеніе гистерезиса зависитъ отъ интенсивности электрическихъ колебаній, такъ что съ однимъ и тѣмъ же стержнемъ можно получить и только сближеніе кривыхъ и ихъ исчезновеніе, сближая или раздвигая шарики искромѣра.

Вышеуказанные результаты были получены тогда, когда первичная обмотка катушки Румкорфа питалась переменнымъ токомъ, т. е. когда дѣйствія индукціи были симметричны. Когда же первичная обмотка катушки Румкорфа питается прерывистымъ постояннымъ токомъ, т. е. когда дѣйствія индукціи диссимметричны, то результаты получаютъ другіе: электрическія колебанія, которыя въ этомъ случаѣ происходятъ въ одномъ направленіи, вызываютъ сильное намагниченіе стержня (это намагниченіе остается и послѣ прекращенія колебаній), между тѣмъ, какъ колебанія, вызываемыя переменнымъ токомъ, не производятъ этого намагниченія. Отсюда ясно, что если производить цикл намагничиванія въ то время, когда происходятъ диссимметричныя электрическія колебанія, то тогда кривая намагничиванія при нулевомъ значеніи намагничивающей силы проходитъ не черезъ начало координатъ, а черезъ точку, соответствующую намагниченію, получающемуся подѣ дѣйствіемъ этихъ колебаній. Въ настоящее время Моренъ продолжаетъ свои исслѣдованія по этому вопросу. («Eclairage Electrique» № 2 1904 г.).

Объ электропроводимости, сообщаемой вакууму нагрѣтыми проводниками. Извѣстно, что при внесеніи въ вакуумъ нагрѣтаго проводника электропроводимость вакуума болѣе или меньше сильно возрастаетъ. Въ виду сложности замѣчаемыхъ при этомъ явленій (величина и знакъ іонизаціи мѣняются очень сильно въ зависимости отъ природы, температуры и предшествовавшей обработки металла, и давленія газа и т. д.), О. Ричардсонъ занялся новымъ исслѣдованіемъ вопроса. Опыты производились съ платиной, углемъ и натріемъ, слѣдующимъ образомъ. Въ стеклянную трубку, изъ которой воздухъ могъ выкачиваться до любой степени разрѣженія, были впаены изолированныя другъ отъ друга тонкая платиновая спираль вдоль по оси трубки и концентрическія къ ней платиновый же цилиндръ. Спираль нагрѣвалась токомъ, причѣмъ

температура ея определялась по сопротивлению и силѣ тока. Спирали сообщался любой потенциал до 400 вольтъ; цилиндръ отводился къ землѣ черезъ гальванометръ. Такимъ образомъ измѣрялся токъ, пропускаемый вакуумомъ при данной температурѣ спирали и определенномъ ея потенциаль. Предъявлять, какъ производить измѣренія, проволока нагревалась продолжительное время для удаленія окисдриванныхъ газовъ. Подобнымъ же образомъ производились опыты съ углемъ. При опытахъ съ натріемъ этотъ металлъ распределялся по внутренней поверхности стального цилиндра, на оси котораго помещалась изолированная проволока—второй электродъ. Цилиндръ нагревался газовой печкой, температура измѣрялась термоэлементомъ изъ мѣди и никкеля. Полученные такимъ образомъ токи черезъ вакуумъ оказались сравнительно очень сильными. Наиболее сильный — 0,4 ампера былъ полученъ съ угольной нитью, заряженной отрицательно на 60 в., при вакуумѣ въ $\frac{1}{600}$ мм., причеиъ нить нагревалась токомъ въ 2 ампера на 1 кв. стм. поверхности (при болѣе сильномъ токѣ нить перегорала). Электропроводимость вакуума во всѣхъ случаяхъ очень быстро возрастаетъ съ температурой проводника. Зависимость эта для всѣхъ трехъ изслѣдованныхъ проводниковъ можетъ быть выражена формулой:

$$C = AT^{1/2} e^{-b/T}$$

гдѣ T—абсолютная температура, A и b—постоянныя, имѣющія слѣдующія значенія:

для платины	A = 10^{26}	b = $4,93 \times 10^4$
„ угля	A = 10^{34}	b = $7,8 \times 10^4$
		$9,7 \times 10^4$
		$11,9 \times 10^4$
„ натрія	A = 10^{31}	b = $3,16 \times 10^4$

При зарядженіи нагрѣтаго проводника не отрицательнымъ, а положительнымъ потенциаломъ электропроводимость вакуума возрастаетъ такъ мало, что только съ натріемъ получались токи, которые могли отклонять чувствительный гальванометръ.

Что касается объясненія описаннаго явленія, то Ричардсонъ предлагаетъ слѣдующую гипотезу, основанную на теоріи электроновъ. Заключающіеся, согласно этой теоріи, въ металлахъ отрицательные электроны, будучи свободно подвижны, обладаютъ свойствами, аналогичными свойствамъ газовъ: определеннымъ давлениемъ, средней длиной свободного пути и т. д. Поэтому электроны могли бы свободно разсѣиваться изъ металла въ окружающее пространство, если бы на поверхности его они не встрѣчали препятствія въ видѣ вполне определенной потенциальной функціи поверхности. По гипотезѣ Ричардсона повышеніе температуры проводника увеличиваетъ среднюю кинетическую энергію электроновъ и, давая нѣкоторымъ изъ нихъ возможность преодолѣть поверхностное препятствіе, вызываетъ разсѣиваніе ихъ въ окружающую среду, т. е. ионизацію послѣдней. При помощи Максвелль - Больцмановскаго статистическаго закона распределенія скоростей движенія газовыхъ частицъ авторъ вычисляетъ разсѣиваемую такимъ образомъ энергію (N) при различныхъ температурахъ и получаетъ формулу:

$$N = n \left(\frac{KT}{2m\pi} \right)^{1/2} e^{-\varphi/Ra},$$

гдѣ n означаетъ число электроновъ въ 1 куб. стм. металла, m—массу одного электрона, K— $\frac{1}{2}$ его средней кинетической энергіи, R—извѣстную термодинамическую константу и φ —потенціалъ поверхности, который выражаетъ собой сопротивленіе, оказываемое разсѣиванію электроновъ. Такимъ образомъ, по своей общей формѣ, эта теоретическая формула совпадаетъ съ найденной выше экспериментальной. Впрочемъ, авторъ самъ указываетъ, что подобную же

теоретическую формулу можно получить и другимъ путемъ, не дѣлая никакихъ специальныхъ предположеній о движеніяхъ электроновъ.

ОБЗОРЪ.

Телеграфонъ Паульсена. Однимъ изъ лучшихъ рѣшеній проблемы запечатлѣвать человеческую рѣчь и впоследствии воспроизводить ее безъ шума является телеграфонъ Паульсена. Этотъ приборъ состоитъ, какъ извѣстно*), изъ тонкой стальной проволоки, накрученной на барабанъ; при вращеніи послѣдняго проволока проходитъ между полюсами электромагнита къ которому присоединены микрофонъ. Вслѣдствіе колебаній силы тока въ микрофонной цѣпи происходитъ измѣненіе магнитнаго поля, создаваемаго электромагнитомъ, и на проволоку проходящей между полюсами этого электромагнита запечатлѣваются всѣ эти измѣненія. Если теперь эту проволоку вращать между полюсами электромагнита, къ которому присоединены телефонъ, то измѣненія магнитнаго поля, происходящія при этомъ, вызовутъ колебанія силы тока въ телефонной цѣпи и вибрированіе мембрана телефона.

На недавнемъ съѣздѣ техниковъ въ Копенгагенѣ изобрѣтатель представилъ нѣсколько новыхъ типовъ своего телеграфона, въ которыхъ онъ старается повысить коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

Вообще говоря, сила тока, получающаяся въ телефонной цѣпи, значительно слабѣе той, которая потребна для запечатлѣнія на проволоку измѣненій магнитнаго поля. Здѣсь, слѣдовательно, происходитъ потеря энергіи. Эта потеря происходитъ при записываніи рѣчи вслѣдствіе размагничиванія проволоки, а при воспроизведеніи рѣчи—вслѣдствіе неполной утилизациі магнитнаго потока.

Чѣмъ скорѣй проходитъ стальная проволока между полюсами электромагнита, тѣмъ больше будетъ амплитуда записываемыхъ звуковыхъ волнъ, и тѣмъ меньше, слѣдовательно, будетъ размагничиваніе. При электромагнитѣ съ однимъ полюсомъ задача прибора возрастаетъ со скоростью прохожденія проволоки. Нѣсколько менѣе выгодно употребленіе двухполюсныхъ электромагнитовъ въ томъ случаѣ, когда проволока проходитъ перпендикулярно силовымъ линіямъ электромагнита.

При воспроизведеніи рѣчи, какъ было уже сказано, также получаютъ потери отъ неполнаго использования магнитнаго потока. Чтобы получить какъ можно больше дѣйствіе, Паульсенъ располагаетъ конецъ сердечника электромагнита почти внутри обмотки, какъ это показано на фиг. 14. Сердечникъ этотъ состоитъ изъ тонкой желѣзной проволоки въ 1 мм. діаметромъ и въ 11 мм. длиной. Для того, чтобы получить возможно лучшее записываніе рѣчи, стальная проволока не должна обладать сколько-нибудь значительнымъ остаточнымъ магнетизмомъ. Для этого поляризуютъ электромагнитъ во время самаго записыванія такимъ образомъ, чтобы уничтожить вліяніе остаточнаго магнетизма отъ прежнихъ намагничиваній. При этомъ получается такая чувствительность, что при помощи телеграфона можно воспроизвести даже дыханіе. Эта поляризація электромагнита можетъ быть произведена при помощи одного гальваническаго элемента, включеннаго въ цѣпь записывающаго прибора.

Такъ какъ запись въ телеграфонѣ состоитъ только въ измѣненіи намагничиванія то ясно, что она незамѣтна для глаза; тѣ же ничтожныя механическія измѣненія, которыя при этомъ происходятъ, можно свободно оставить безъ вниманія.

При воспроизведеніи рѣчи не слышно никакого

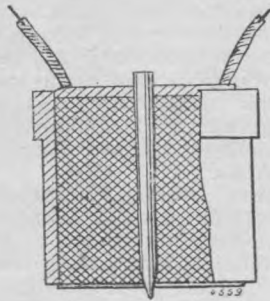
*) См. «Электричество». 1900 г., № 21.

постороннего шума, звуки получаются как в обыкновенном телефоне. Записанная речь может быть воспроизведена 10000 раз без малейшего изменения или ослабления. С другой стороны—и это является главным удобством телеграфа—записанная речь может быть быстро уничтожена сравнительно сильным, но постоянным намагничиванием стальной проволоки. Очевидно, что при магнитном насыщении проволоки уничтожается разница в намагничивании, и легко можно достичь того, чтобы не происходило никаких колебаний телефонной мембраны при пропускании проволоки между полюсами электромагнита.

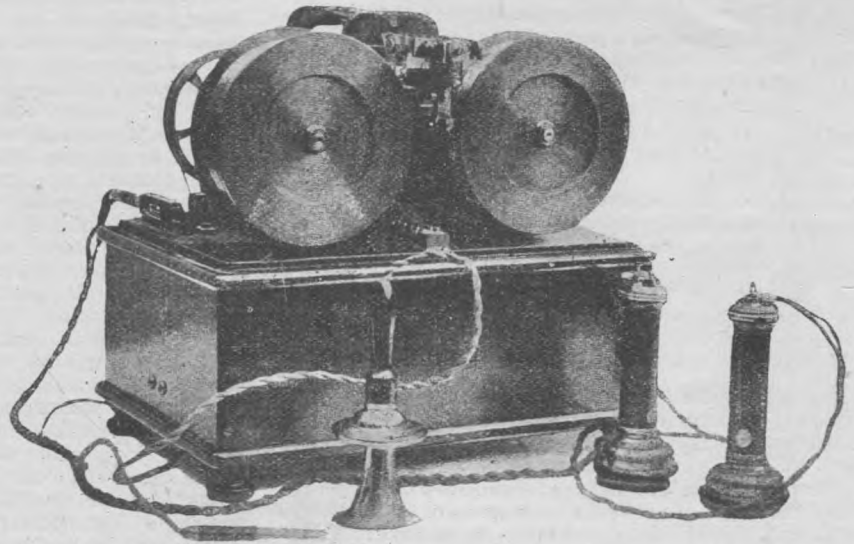
Если на одной и той же проволоке записано несколько разговоров без предварительного уничтожения предыдущих, то их возможно слушать одновременно, но при этом происходит постоянно звуковая интерференция. Но, как сообщает Педерсен, сотрудник Паульсена, возможно на одной и

стальная проволока толщиной в 0,25 мм. накручена на одну катушку. При сматывании этой проволоки на другую катушку она проходит между 3 парами электромагнитов или, иначе говоря, между 3 электромагнитами, имеющими по 2 полюса каждый. Средний электромагнит служит для записывания и воспроизведения звуков, а оба крайних для уничтожения записанного, при чем при записывании или воспроизведении звуков работает или один или другой попеременно. Этот прибор может работать в продолжение 45 минут при скорости движения проволоки 3 метра в секунду. Несмотря на свою большую, так сказать, емкость, прибор занимает весьма мало места.

Кроме описанного прибора, Паульсен устроил еще телеграф, напоминающий фонограф. В этом приборе место проволоки занимает диск, на котором винтообразно запечатываются изменения на-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

той же проволоке записать два различных разговора, которые можно воспроизвести отдельно. В самом деле, если речь записана таким образом, что проволока проходит между разноименными полюсами электромагнита, то эту речь невозможно воспроизвести, если пропускать проволоку между полюсами того же электромагнита, когда соединения в нем изменены таким образом, что вместо двух разноименных полюсов получаются два одноименных. Теперь понятно, каким образом можно записать и воспроизвести два разговора независимо друг от друга.

Особое применение телеграфа носит название „Телефонной Газеты“. Это представляет из себя приборы, передающий один и тот же разговор или музыку нескольким слушателям. Он состоит из бесконечной стальной ленты, накрученной на двух барабанах. При вращении барабанов лента проходит перед записывающим электромагнитом, затем перед диском рядом воспроизводящих электромагнитов, соединенных каждый с отдельной телефонной трубкой. Запись после этого уничтожается при помощи электромагнита V, и вся процедура повторяется снова.

На фиг. 15 представлен один из лучших и новейших типов телеграфа. В этом приборе

магничивания. Скорость вращения около 0,5 метра в секунду. Высота хода винтовой линии 0,3 мм. Так как здесь нужно брать очень маленькие электромагниты, то ясно, что сила воспроизводимых звуков не может быть велика. Диск, на котором записываются звуки, диаметром в 13 см. и всего только 0,5 мм. толщиной. Этот прибор, если только возможно будет увеличить силу звука, будет весьма пригоден для передачи музыки и пения.

Во всем вышесказанном имела в виду только фонетическая, так сказать, сторона дела. Но повидному область приложения телеграфа обширнее. Телеграф вьдь по самому принципу своего устройства весьма пригоден к восприятию и воспроизведению сигналов, выражающихся в изменении магнитного поля. Таким образом, телеграф может оказаться хорошим приемником для беспроволочной телеграфии. Над разрешением этого вопроса теперь работает Маркони, но, повидному, ему приходится бороться со значительными затруднениями. (Eclairage El. 1903 г.)