

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Экспонаты фирмы „Акционерное Общество Электричества, прежде Ламайеръ“ во Франкфуртѣ, на Парижской Всемірной Выставкѣ 1900 года.

*Докладъ инж.-техн. М. Н. Левицкаго\*).*

Заводы «Акционерного Общества, пр. Ламайеръ» чисто электромеханическіе: они изготавливаютъ какъ исключительную специальность динамомашины, электродвигатели и приборы, непосредственно ихъ касающіеся, какъ трансформаторы, контроллеры, реостаты и т. п.

Въ настоящее время теорія и методы расчетовъ динамомашинъ и трансформаторовъ до такой степени разработаны, а фабрикація материаловъ, изъ которыхъ они изготавливаются, такъ специализирована, что большихъ новостей въ дѣлѣ построенія динамомашинъ ждать нельзя. Конструкція динамомашинъ постоянного тока, напримѣръ, уже отлилась теперь въ ту определенную форму, которая можетъ считаться идеаломъ ея, а теоретической коэффиціентъ полезного дѣйствія этихъ машинъ такъ приблизился къ единицѣ, что вопросъ о еще большемъ приближеніи къ ней долженъ считаться исчерпаннымъ.

Вотъ почему на Парижской Выставкѣ минувшаго года и не было большихъ новостей въ дѣлѣ построенія динамомашинъ, а соревнованіе фирмъ выразилось лишь въ стремленіи ихъ къ возможно большему приближенію къ теоретическому коэффиціенту полезного дѣйствія динамомашинъ, конструктивныхъ деталяхъ ихъ, а также и грандіозности выставленныхъ экспонатовъ.

Изъ доставленныхъ на Парижскую Всемірную Выставку экспонатовъ фирмы «Акционерного Общества Электричества, пр. Ламайеръ и К°» наибольшаго вниманія заслуживаетъ большая пародинамомашина, мощностью въ 1500 лошадиныхъ силъ. Она состоитъ изъ вертикальной паровой машины, доставленной «Соединеннымъ Обществомъ Аугсбургскаго и Нюрнбергскаго машиностроительныхъ заводовъ» (Vereinigte Maschi-

nensfabrik Augsburg und Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg), съ которой непосредственно соединены: съ одной стороны трехфазный генераторъ, мощностью въ 1000 киловаттъ безиндукционной нагрузки работающій при 5000 вольтъ, а съ другой стороны динамомашина постоянного тока, мощностью въ 350 киловаттъ и съ напряженіемъ 550 вольтъ.

Такая комбинированная система трехфазного и постоянного тока была выработана Обществомъ Ламайера для оборудования большихъ центральныхъ электрическихъ станцій. Она очень удобна въ томъ отношеніи, что даетъ возможность болѣе рациональнаго использования движущей энергіи машины путемъ преобразованія ея въ переменный токъ, служащий для освѣщенія города, или постоянный токъ, идущій на приведеніе въ движение трамваевъ.

Паровая машина построена по типу компаундъ съ охлажденіемъ пара. Парораспределеніе на маломъ цилиндрѣ клапанное, на большомъ—корлиссовскими кранами. Паропусковые клапаны на маломъ цилиндрѣ въ зависимости отъ положенія регулятора измѣняютъ величину своего хода.

Діаметръ цилиндра высокаго давленія . . . . .	86,5 см.
Діаметръ цилиндра низкаго давленія . . . . .	135 см.
Ходъ поршней машины . . . . .	110 см.
Діаметръ поршня воздушнаго насоса . . . . .	67 см.
Ходъ поршня воздушнаго насоса . . . . .	25 см.
Число оборот. машины . . . . .	94
Давленіе пара въ котлѣ . . . . .	10 кгрг. на см. <sup>2</sup> .
Моментъ инерціи маховика съ насаженными на немъ катушками . . . . .	1000000 кгрг. м. <sup>2</sup> .

Машина имѣетъ специальное приспособленіе для весьма быстрой остановки въ случаѣ какой-либо полчи.

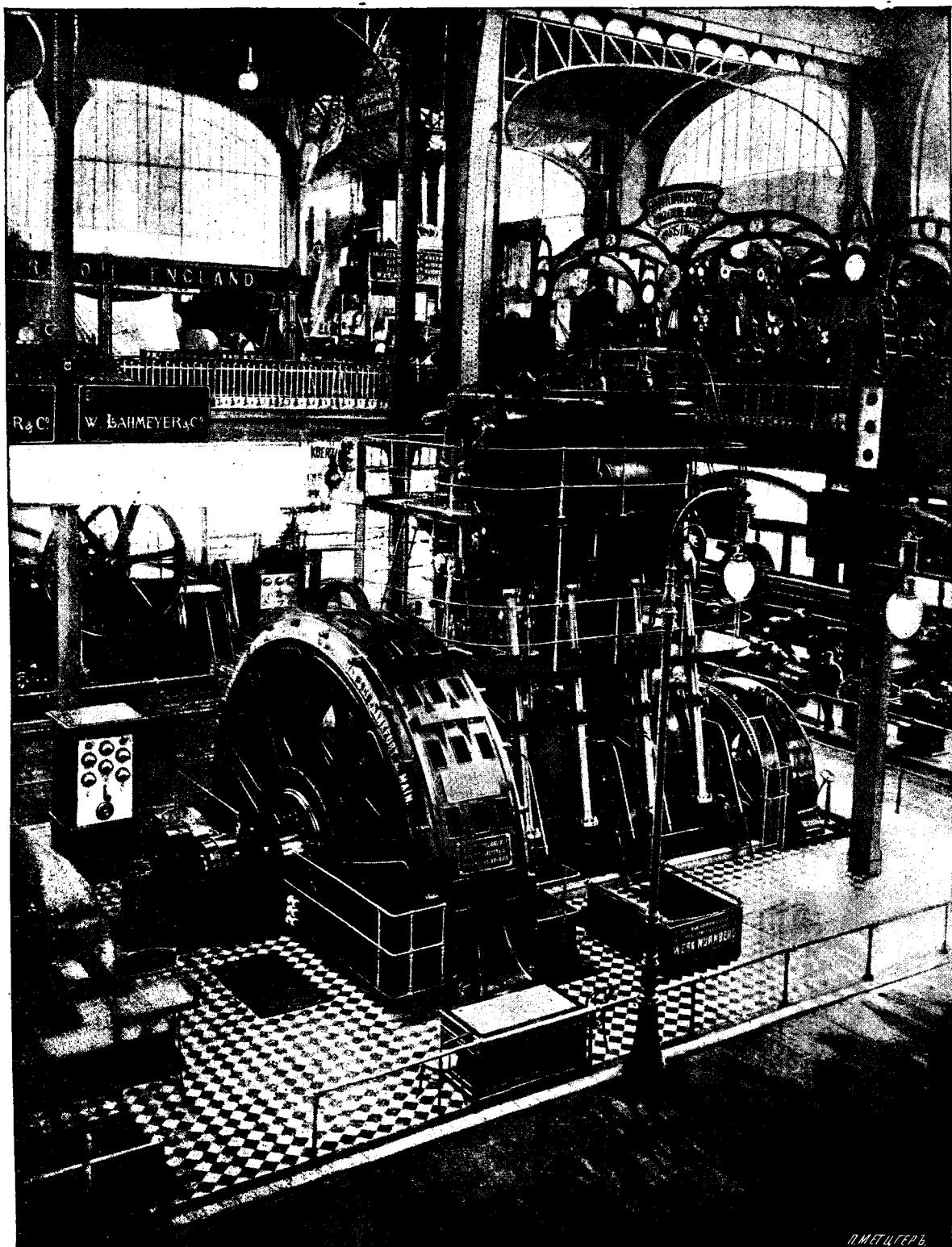
Экспонировавшійся трехфазный генераторъ предназначался для электрической станціи города Эссена, где два совершенно тождественныхъ ему генератора работаютъ уже около года.

Разность потенциаловъ между фазами такого генератора равна 1000 вольтъ; якорь имѣть

\* Въ засѣданіи VI отдѣла И. Р. Техническаго Общества, 12 января т. г.

звѣздообразную обмотку; такъ, что между ней- транльной точкой обмотки якоря и его зажимами

115 амп. — Число перемѣнъ тока въ этомъ генераторѣ равно 100, число же оборотовъ, какъ



Фиг. 1.

И. МЕШТЕРЪ.

разность потенциаловъ равна приблизительно 2885 вольтъ. Сила же тока въ фазѣ равняется

было сказано—94. Это обусловливаетъ собою чи-

сло полюсовъ на индукторномъ колесѣ—64.

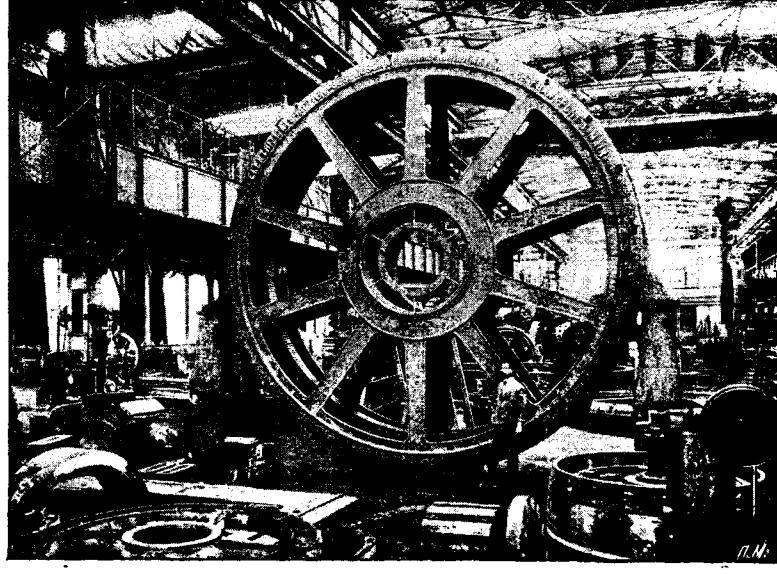
Бологодская областная универсальная научная библиотека

Сердечникъ якоря генератора, сдѣланный изъ листового мягкаго желѣза, заключенъ въ кожухъ своеобразной формы, который дѣлаетъ внешній видъ генератора нѣсколько отличнымъ отъ общераспространеннаго. При первоначальномъ взглѣдѣ на него (фиг. 1) можно подумать, что ширина желѣзного сердечника якоря по сравненію съ его діаметромъ весьма значительна. Заключеніе такое было-бы однако ошибочнымъ, такъ какъ ширина кожуха явилась слѣдствиемъ чисто конструктивныхъ соображеній: она даетъ генератору весьма большую механическую прочность; боковыя же крышки кожуха, кромѣ своей непосредственной цѣли скрѣпленія всей системы, служатъ еще для предотвращенія несчастныхъ

ковъ, состоящихъ изъ пучковъ параллельно идущихъ проволочекъ. Въ общемъ обмотка описываемаго генератора ничего нового изъ себя не представляетъ. Но зато присоединеніе къ ней измѣрительныхъ приборовъ, сдѣланное по патентованному способу завода Ламайера, заслуживаетъ самаго серьезнаго вниманія.

Преимущество этого способа состоитъ въ томъ, что ни одинъ изъ измѣрительныхъ приборовъ не приключается къ проводамъ, имѣющимъ высокое напряженіе, что дѣлаетъ почти совершенно безопаснѣмъ уходъ за машиной, имѣющей какое угодно высокое напряженіе.

Сущность этого способа можно уяснить себѣ по схемѣ фиг. 3. Состоитъ она въ томъ, что одна



Фиг. 2.

случаевъ, могущихъ произойти при уходѣ за машиной, такъ какъ онѣ отдѣляютъ собою вращающіяся части ея.

Якорь вмѣстѣ съ кожухомъ вѣситъ 54 тонны. Ободъ его состоить изъ четырехъ кусковъ, соединяющихся между собою фланцами. Внутренній діаметръ кожуха равенъ 692 см. Нѣкоторое понятіе о величинѣ этого якоря даетъ фиг. 2, на которой изображенъ якорь, собираемый въ мастерскихъ общества Ламайеръ.

Обмотка якоря состоитъ изъ проволокъ, положенныхъ въ пазы, пропрессованные въ листахъ сердечника. Пазовъ такихъ приходится по 6 на полюсъ индуктора. Полное число ихъ будетъ поэтому равно 384. Въ каждомъ пазу сердечника положена мikanитовая трубочка безъ шва.

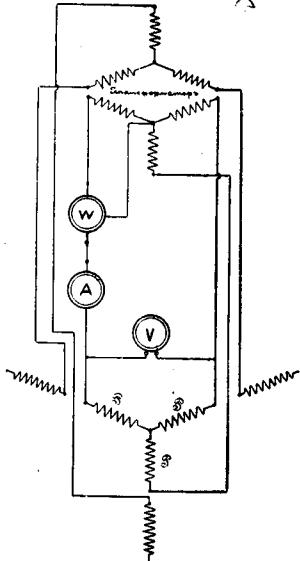
Обмотка якоря сдѣлана по извѣстному типу звѣздообразнаго соединенія фазъ, причемъ на каждую фазу противъ пары полюсовъ приходится по четыре паза сердечника. Обмотка каждой фазы имѣеть по 32 отдѣльныхъ секцій, изъ которыхъ каждая занимаетъ по 4 паза сердечника. Каждая секція этой обмотки образована изъ вит-

изъ секцій каждой фазы якорной обмотки, напримѣръ 6 витковъ ея, непосредственно примыкающая къ нейтральной точкѣ, соединяется со всей остальной обмоткой не непосредственно, а черезъ трансформаторъ, имѣющій коэффициентъ трансформации равный единицѣ: на схемѣ эта отдѣленная секція обмотки каждой изъ фазъ обозначена буквой Р; отъ этой секціи токъ входитъ въ первичную обмотку трансформатора и затѣмъ изъ вторичной обмотки его, обладая той-же силой, что и раньше, поступаетъ во всѣ остальные секціи обмотки якоря.

Мощность этого трансформатора должна быть во столько разъ меньше таковой генератора, во сколько количество отдѣленныхъ въ каждой фазѣ витковъ обмотки якоря меньше полнаго количества витковъ въ фазѣ. Если теперь включить вольтметръ такъ, какъ показано на схемѣ, т. е. между отдѣленными секціями двухъ фазъ, то онъ покажетъ напряженіе пропорционально меньше дѣйствительнаго. Стало быть, при соотвѣтствующей градировкѣ, онъ и будетъ служить показателемъ напряженія у зажимовъ машины, облас-

дая вмѣстѣ съ тѣмъ напряженіемъ безопаснѣмъ. Амперметръ, включенный какъ на схемѣ, будетъ также совершенно точно показывать силу тока въ обмоткѣ.

Включенный, какъ на схемѣ, ваттметръ также показывалъ бы дѣйствительную мощность тока, если-бы коэффиціентъ полезнаго дѣйствія трансформатора былъ равенъ единицѣ. Въ дѣйствительности же магнитныя и электрическія сопро-



Фиг. 3.

тивленія трансформатора вызываютъ въ немъ нѣкоторое паденіе напряженія. Поэтому показанія ваттметра будутъ не совершенно вѣрны.

Надлежащимъ конструированиемъ трансформатора можно однако низвести эту ошибку до величины меньшей 1%.

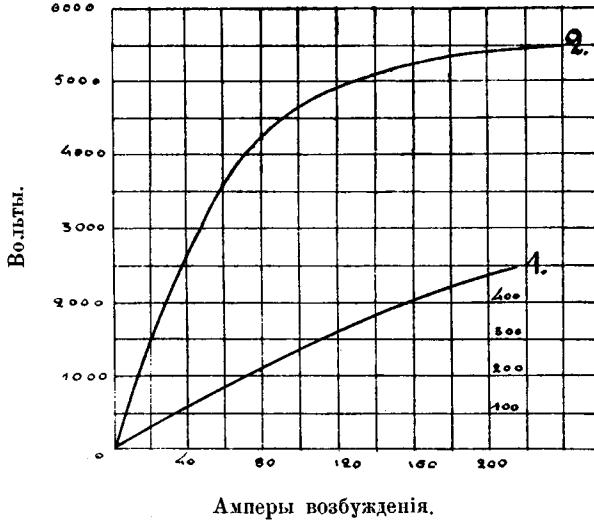
Подобный методъ включения измѣрительныхъ приборовъ въ сѣти высокаго напряженія былъ впервые примененъ «Акц. Общ. Электр. Ламайеръ», при постройкѣ имъ электрической станціи въ г. Вислохѣ и съ тѣхъ поръ примѣняется этимъ обществомъ съ одинаковымъ успѣхомъ всюду, где приходится дѣлать установки съ токами высокаго напряженія \*).

Электромагниты наложены на тяжелый чугунный маховикъ, состоящей изъ четырехъ отдѣльныхъ секторовъ. Секторы эти соединены по ободу желѣзными стяжными кольцами, наложенными въ горячемъ состояніи и, кроме того, еще стянуты по ступицѣ желѣзными обручами, надѣтыми такимъ же способомъ. Сердечники электромагнитовъ сделаны изъ литой стали, а полюсные наконечники изъ кованнаго желѣза.

Диаметръ сердечниковъ электромагнитовъ равенъ 18 см., а площадь полюсныхъ наконечниковъ

370 кв. см. Они обмотаны мѣдной лентой, которая дѣлаетъ на нихъ 34 витка. Полное сопротивление обмотки магнитовъ равно 0,25 ома. Регулированіе напряженія трехфазнаго тока производится не реостатомъ, поставленнымъ на пути возбуждающаго тока, а шунтовымъ реостатомъ возбудителя.

На диаграммѣ фиг. 4 представлены характеристическая кривая генератора при его работе съ разомкнутой внешней цѣпью (кривая 1) и при работе съ коротко соединенными зажимами (кривая 2). Верхняя кривая показываетъ, что магнитное насыщеніе желѣза въ генераторѣ такъ подобрано, что точка, соответствующая 5000 вольтъ,



Амперы возбуждения.

Фиг. 4.

при нормальномъ режимѣ, лежить близко отъ перегиба характеристической кривой, что, какъ извѣстно, дѣлаетъ напряженіе машины очень устойчивымъ.

Сила возбуждающаго тока, при 5000 вольтахъ и разомкнутой внешней цѣпи, равна 132 амп. При полной-же нагрузкѣ, равной 1000 киловольт-амперъ, возбуждающій токъ равнялся 155 амп., что свидѣтельствуетъ о незначительности реакціи якоря генератора.

При полной нагрузкѣ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія генератора, по опредѣленію экспертизной комиссіи, оказался равнымъ 0,953.

Потери были таковы:

На джоулево тепло въ якорѣ . . . . .	$1,37^0\%$
На магнитныя потери въ якорѣ . . . . .	$2,22^0\%$
На джоулево тепло въ магнитѣ . . . . .	$1,38^0\%$

Съ противоположной стороны паровой машины на одномъ валу съ ней помѣщался якорь динамомашины постояннаго тока. Машина эта расчитана на нормальную работу въ 650 амп.. при 550 вольтъ, но могла также совершенно свободно давать 750 амп. при тѣхъ-же вольтахъ, т. е. развивая 400 киловаттъ.

\*) Интересующіеся подробностями этого способа включения измѣрительныхъ приборовъ въ сѣти высокаго напряженія, найдутъ ихъ въ Е. Т. Z. 1896 г. N. 50. (см. «Электричество», 1900 года, № 5—6, стр. 79).

Динамомашина эта специально предназначалась для электрической тяги.

Чугунная станина ее состоит из двух половинъ, соединяющихся фланцами, а стальные сердечники электромагнитовъ привинчены къ ней двумя винтами.

Внѣшній діаметръ станины динамо имѣеть 330 см. и 53 см. ширины, тогда какъ діаметръ ея между внутренними дугами полюсныхъ наконечниковъ равенъ 241,4 см.

Электромагниты, служащіе для возбужденія магнитнаго потока, имѣютъ каждый по 117 витковъ и всѣ они соединены между собою послѣдовательно. Полное сопротивление индукторной обмотки равно 47 омъ, при нагреваніи ихъ въ 60° Ц.

Всѣ станины машины, съ кореннымъ подшипникомъ ея, равенъ 19000 кглр.

Сердечникъ якоря состоит изъ сегментовъ, сдѣланныхъ изъ мягкаго листового желѣза, которые надѣваются на ободъ чугуннаго массивнаго колеса.

Междужелѣзное пространство въ этой машинѣ равно 7 мм. Якорь барабанный многополюсный; схема его обмотки петлеобразная; она такъ удачно подобрана, что необходимость передвиженія щетокъ при измѣненіи нагрузки и напряженія машины совершенно устранена. Такъ, при 440 вольтахъ, при которыхъ она работала на Выставкѣ, уголь сдвига ея щетокъ былъ неизмѣненъ, какова-бы ни была нагрузка машины.

Обмотки якоря положены въ 609 бороздкахъ, пропрессованныхъ въ листкахъ сердечника. Въ каждой изъ нихъ лежитъ по 2 мѣдныхъ стержня, изолированныхъ отъ желѣза якоря мikanитовой трубкой.

Каждая отдѣльная секція обмотки передъ положеніемъ ея на мѣсто въ сердечникѣ загибается по особому шаблону, что даетъ возможность достичь до минимума количество спаекъ въ цѣпи якоря.

Стержни обмотки якоря держатся въ пазахъ его не при помощи проволочныхъ спаянныхъ бандажей, какъ это принято дѣлать, но при посредствѣ сегментовъ изъ желтой мѣди, которые шурупами привинчиваются къ сердечнику якоря. Это удобно въ томъ отношеніи, что замѣна одной секціи обмотки якоря не требуетъ разборки его всего цѣликомъ.

Коллекторъ состоитъ изъ 609 пластинъ, изолированныхъ одна отъ другой мikanитомъ. Его діаметръ равенъ 200 см., а полезная ширина—около 15 см.

Щеткодержатели укреплены на одномъ общемъ держателѣ, отъ которого они изолированы прокладками изъ амброна.

Угольные щетки размѣщены по три на каждомъ щеткодержателѣ.

Сопротивление якорной обмотки между двумя щетками равно 0,022 ома.

Всѣ вполнѣ собранного якоря равенъ 12000 кглр.

Произведенные опыты выяснили, что машина совершенно нечувствительна къ быстро менѣющейся нагрузкѣ.

При полной нагрузкѣ и продолжительной работе температура якоря была на 25° Ц. выше температуры окружающаго воздуха и на 30° Ц. выше ея въ индукторахъ. Возбуждающій токъ въ магнитахъ при порожнемъ ходѣ машины былъ равенъ 9,5 амп., а при нагрузкѣ машины въ 350 киловаттъ—10,4 ампера.

Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія машины по измѣненіямъ оказался равнымъ 0,933. Потери распредѣлялись слѣдующимъ образомъ:

На джоулево тепло въ якорѣ . . .	2%
»      »      »      магнит. . .	1,5%
»      »      механическія и магнитн. потери .	3,2%

Сейчасъ описанный генераторъ Ламайера на выставкѣ доставлялъ токъ для освѣщенія моста Александра III, главныхъ входныхъ воротъ и примыкающихъ къ нимъ районовъ.

Экспертной комиссией за описанный генераторъ фирмѣ Ламайера была присуждена высшая награда „Grand Prix“.

Не меньшей рекомендацией генератору фирмы Ламайера можетъ служить еще слѣдующее обстоятельство:

Акционерное Общество снабженія Лондона электричествомъ, „Charing Gross and City Electric Company, Limited“, приступило недавно къ постройкѣ новой центральной электрической станціи, мощностью въ 25000 лошадиныхъ силъ. Для участія въ конкурсе на постройку ея были допущены всѣ выдающіяся электрическія фирмы Англіи, Германіи, Франціи, Швейцаріи, Бельгіи и Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки. Для сравнительной оценки проектовъ, поданныхъ этими фирмами, Обществомъ была образована особая комиссія специалистовъ, которая, для ознакомленія со способами производства машинъ, поѣтила многие большие заводы Европы и Америки. Комиссія эта, ознакомившись съ постановкой дѣла на каждомъ изъ этихъ заводовъ, разсмотрѣла еще результаты экспертизы электрическихъ машинъ на Парижской Всемірной Выставкѣ. Послѣ столь обстоятельного обсужденія вопроса, подрядъ на оборудование станціи было решено передать Акционерному Обществу Электричества прежде В. Ламайеръ и К° во Франкфуртѣ на Майнѣ.

Полученіе этимъ обществомъ постройки лондонской станціи интересно, какъ доказательство результата, достигнутыхъ Германіей въ промышленной борьбѣ ея съ Англіей. Издѣлія германскихъ заводовъ стали конкурировать съ англійскими не только на вѣнчанихъ рынкахъ, но и въ самой Англіи.

Но если дѣло постройки самихъ динамомашинъ достигло въ настоящее время предѣла своего совершенства, то въ примѣненіи этихъ машинъ къ различнымъ механическимъ цѣлямъ открывается весьма широкое поле дѣятельности.

Современная постановка дѣла оборудованія фабрикъ и заводовъ стремится, какъ извѣстно, къ возможно большей независимости движеній каждого отдѣльного механизма, почему въ послѣднее время явилась надобность въ специальной разработкѣ способовъ комбинированія машинъ-орудій съ электродвигателями, слѣдствіемъ которой бываетъ подчасъ значительное измѣненіе формы самыхъ машинъ-орудій.

Въ этомъ направленіи заводъ А. О. Э. Ламайера и работалъ, почему въ настоящее время въ дѣлѣ электрическаго оборудования завода и фабрикъ онъ является однимъ изъ наиболѣе компетентныхъ.

Эту дѣятельность завода на выставкѣ достаточно полно представляло нѣсколько экспонировавшихъ рабочихъ машинъ самого разнообразнаго характера: такъ въ механическомъ отдѣлѣ экспонировались: электродвигатель, комбинированный со сверлильнымъ станкомъ для одновременного сверленія 9 дыръ и сложная передвижная молотилка, приводимая въ движение электродвигателемъ; въ отдѣлѣ химической технологии нѣсколько каландровъ съ двигателями въ 4, 5, 7, 15 и 30 лошад. силъ, а также нѣсколько разнообразныхъ машинъ для обработки кожъ; въ отдѣлѣ горной промышленности электрическій шахтенный насосъ съ электродвигателемъ трехфазнаго тока въ 75 лошад. силъ. Насосъ этотъ, системы и завода «Эргардта и Земера», могъ подавать до 1200 литровъ (96 ведеръ) воды въ минуту на высоту Эйфелевой башни (300 метровъ), при 200—250 оборотахъ въ минуту.

Кромѣ перечисленныхъ экспонатовъ въ отдѣлѣ „Génie Civil“ были выставлены чертежи, планы и фотографические снимки съ заводовъ оборудованныхъ электричествомъ фирмой Ламайеръ. Между прочимъ, тамъ были представлены известные заводы: Генчеля въ Кассельѣ, Борзига, Ланца въ Мангеймѣ и много другихъ.

Особенного вниманія во всѣхъ этихъ устройствахъ заслуживаютъ краны, надѣ примѣненіемъ къ которымъ электрической силы заводъ Ламайера поработалъ особенно много.

Въ томъ-же отдѣлѣ выставка при посредствѣ плановъ и чертежей была весьма обстоятельно представлена другая специальность общества — постройка городскихъ центральныхъ электрическихъ станцій и трамваевъ.

Такъ, изъ городовъ, въ которыхъ этимъ обществомъ были выстроены станціи для снабженія ихъ электрической энергией были представлены: Висбаденъ, Шарлоттенбургъ, Эссенъ, Дортмундъ, Вислохъ и др.

Мощности станцій этихъ городовъ измѣряются тысячами лошадинныхъ силъ. Система тока почти вездѣ принятая трехфазная, а напряженіе отъ 1500 до 10000 вольтъ.

Гидро-электрическія установки, получившія теперь особенно большое развитіе, также составляютъ специальность фирмы Ламайеръ. Наи-

большая изъ нихъ снабжаетъ электрической энергией городъ Аугсбургъ и его окрестности.

На электрической станціи, расположенной въ Герстгофенѣ на Лехѣ, установлено пять двойныхъ турбинъ, по 1500 силъ, непосредственно соединенныхъ съ генераторами трехфазнаго тока, напряженіе которыхъ равно 10000 вольтъ.

Слѣдуетъ еще указать на установку въ г. Синайѣ въ Румыніи, где 800 лошадинныхъ силъ передаются къ нефтянымъ промысламъ на расстояніи 47 километровъ. Напряженіе тока 11000 вольтъ.

Наконецъ, въ томъ-же отдѣлѣ Выставки можно было получить свѣдѣнія о трамваяхъ, выстроенныхъ обществомъ Ламайера въ городахъ Гомбургѣ, Тильзитѣ, Шарлоттенбургѣ, Вислохѣ и другихъ.

За все экспонировавшееся въ отдѣлѣ «Génie Civil» А. О. Э. Ламайера также получило „Grand Prix“.

## О выборѣ системы тока для электрическихъ желѣзныхъ дорогъ.

*Докладъ Ванъ Флотена \*).*

Вопросъ этотъ весьма сложенъ, вслѣдствіе большого количества самыхъ разнообразныхъ факторовъ, вліающихъ на выборъ той или другой системы распределенія тока.

Какъ совершенно правильно отвѣтила Городск. ж. дор. въ Галле (Halle'sche Strassenbahn) и Больш. городск. ж. дор. въ Лейпцигѣ (Grosse Leipziger Strassenbahn), вопросъ предложенъ слишкомъ общимъ и отвѣтъ на него можетъ быть данъ лишь по отношенію къ данному случаю.

Большая или меньшая протяженность пригородныхъ линій, интенсивность службы, профиль линій, положеніе центральной станціи, правила изданныя соотвѣтственными властями, присутствіе или отсутствіе природныхъ силъ, стоимость рабочихъ рукъ и многія другія обстоятельства могутъ сдѣлать то, что распределеніе трехфазнымъ токомъ явится болѣе выгоднымъ, чѣмъ распределеніе постояннымъ, но, во всякомъ случаѣ, сказать, что примѣненіе трехфазныхъ токовъ всегда выгоднѣе, было бы довольно опрометчиво (исключая, конечно, очень длинныхъ линій и съ большой нагрузкой).

Однакоже, вообще говоря, можно замѣтить, что, въ большинствѣ случаевъ, выгоднѣе дѣлать большія генераторныя станціи, могущія питать одновременно и городскую и пригородную сѣть. Въ самомъ дѣлѣ, одна станція представляетъ много выгодъ, именно: меньшій резервъ, большія единицы, меньшій личный составъ, легкое наблюденіе. Съ другой стороны, для того, чтобы точно сказать, какая изъ системъ распределенія будетъ выгоднѣе, слѣдуетъ подробно изучить рядъ аналогичныхъ случаевъ примѣненія электрической энергіи для тяги, затѣмъ, разобрать избираемую систему, принимая во внимание каждый разъ стоимость первоначального устройства, стоимость эксплуатации, вышній видъ линій, безопасность службы и т. п., выводя изъ этихъ данныхъ заключеніе.

Очевидно, что это является громадной работой, которую докладчикъ и не могъ выполнить за недо-

\*.) На международномъ трамвайному конгрессѣ въ Парижѣ. См. Bul. d. l. Société Belge d'Electriciens. T. XVII, Octobre. Начальная библиотека

стакомъ времени. Онъ ограничился лишь общей оцѣнкой различныхъ системъ распределенія, употребляемыхъ или предложенныхъ въ настоящее время.

Эти системы могутъ быть раздѣлены на три слѣдующихъ обширныхъ класса:

- Распределенія постояннымъ токомъ.
- Распределенія многофазнымъ токомъ.
- Распределенія совокупныя постояннымъ и многофазнымъ токами.

Каждый изъ этихъ классовъ, въ свою очередь, дѣлится на нѣсколько способовъ.

#### A. Распределенія постояннымъ токомъ.

1. Обыкновенное распределеніе подъ напряженiemъ 550—600 вольтъ съ питательными и возвратными проводами; центральная станція—одна.

Это распределеніе, весьма распространенное для городскихъ устройствъ, не подходитъ для подгородныхъ сѣтей, имѣющихъ большое протяженіе по длине, такъ какъ сравнительно слабое употребляемое напряженіе поведетъ totчасъ же къ пользованію слишкомъ большими сѣченіями питательныхъ и возвратныхъ проводовъ.

Выгоды и удобства этого распределенія, въ примѣненіи къ данному случаю, нижеслѣдующія: одна генераторная станція, слѣдовательно, легкій надзоръ; небольшая стоимость рабочихъ рукъ; небольшой резервъ; большія единицы, незначительная стоимость полезного киловаттъ-часа, безопасность службы, удовлетворительный видъ линій (въ особенности, при пользованіи подземными питательными и возвратными проводами); электродвигатели постоянного тока (слѣдовательно, хорошо примѣняющіеся къ условіямъ тяги); отсутствіе опасности для людей. Съ другой стороны, эта система имѣетъ слѣдующія недостатки: стоимость распределенія сильно возрастаетъ съ увеличеніемъ разстоянія, значительная потеря энергіи, опасности электролиза и вліянія на другія провода (болѣе или менѣе значительные затраты для избѣжанія этого), большая амортизациія на распределеніе.

Недостатки этой системы значительно уменьшаются при пользованіи уравнительными (буфферными) батареями, помѣщаемыми на подгородныхъ линіяхъ. Въ этомъ случаѣ, распределеніе, или по меньшей мѣрѣ часть его, можетъ разсчитываться не на наибольшую, а на среднюю нагрузку; кроме того, рельсы могутъ быть освобождены отъ части нагрузки возвратнаго тока, наконецъ, подобныя батареи увеличиваются полезное дѣйствіе генераторныхъ единицъ и позволяютъ питать, если представится къ тому случай, совсѣмъ новую сѣть.

Какъ бы то ни было, при обыкновенныхъ усло- вияхъ, это распределеніе не можетъ быть рекомен-

довано для линій, простирающихся болѣе, чѣмъ на 8—10 км. отъ центральной станціи \*).

2. То же распределеніе, но съ двумя или нѣсколькими центральными станціями.

Теоретически, пользуясь этой системой, можно, выбирай соотвѣтственнымъ образомъ расположение генераторныхъ станцій, удвоить и т. д. длину распределенія въ зависимости отъ числа генераторныхъ станцій. По сравненію съ предыдущей, эта система имѣетъ нижеслѣдующія выгоды: значительное уменьшеніе питательныхъ и возвратныхъ проводовъ, уменьшенія потерь энергіи, опасности электролиза, меньшая амортизациія на распределеніе. Но, съ другой стороны, большое количество генераторныхъ центровъ влечетъ за собой слѣдующія неудобства: болѣе значительная стоимость установокъ для получения движущей силы, болѣе тяжелый надзоръ, большая стоимость рабочихъ рукъ, болѣе значительная стоимость полезного киловаттъ-часа, болѣе значительная амортизациія на устройство станціи.

Какъ и въ первомъ, выше приведенномъ, случаѣ пользованіе уравнительными батареями въ извѣстной степени уменьшаетъ указанная неудобства. Въ общемъ, эта система можетъ примѣняться лишь, когда вдоль линіи и на небольшомъ разстояніи отъ нея имѣются паденія воды.

3. То же распределеніе, что и 1<sup>0</sup>, но съ повышителями напряженія на станціи (съ лежащими для возмѣщенія, въ нѣкоторой степени, потерѣ въ питательныхъ и возвратныхъ проводахъ).

Эта система позволяетъ, безъ значительныхъ потерь энергіи, питать достаточно длинныя линіи, 15—

\*). Слѣдующій примѣръ характеризуетъ увеличеніе вѣса мѣди, необходимой при распределеніи, при увеличеніи длины линіи.

Рассмотримъ городскую линію АВ длиною въ 3000 метровъ, простирающуюся отъ генераторной станціи, расположенной въ А, до конца города, въ В затѣмъ идетъ подгородная линія BC, послѣдовательно увеличивающейся длины, по частямъ въ 2500 м. Служба на этихъ линіяхъ предполагается слѣдующей: отправленія каждыя пять минутъ въ городъ и 10 минутъ—за городомъ, вѣсъ поѣзда—12000 кгр., абсолютная скорость въ городѣ—15 км., вѣсъ города—28 км.; двойной путь изъ рельсовыхъ въ 40 кгр.—вѣсъ города и одиночный въ 25 кгр.—вѣсъ города; сопротивленія тяги 12 кгр.—вѣсъ города, и 10 кгр.—вѣсъ города; наибольшее паденіе напряженія допустимъ въ рельсахъ 2,5 вольта на км.—вѣсъ города, и 3,5 в.—вѣсъ города; если разсчитать на каждый случай питательную сѣть и сѣть для возврата тока, то результаты можно представить нижеслѣдующей таблицей, въ которой цифры округлены:

№ случаевъ.	Длина городской части.	Длина подгородной части.	Общая длина начиная отъ станціи.	Число поѣздовъ.			Общее количество мѣди въ питательныхъ и возвратныхъ проводахъ.	Полная стоимость распределенія, голя мѣдь.	ПРИМѢЧАНІЯ.
				Часть городской.	Часть подгородной.	Общее.			
1	метры	метры	метры	8	2	10	к гр.	Франки	Очевидно, что эта система можетъ примѣняться лишь съ 3-го случая; точно также даны эти приведены лишь съ вышеупомянутой цѣлью.
2	3000	2500	5500	—	—	—	—	—	
3	—	5000	8000	3	11	2000	6000	72000	
4	7500	10500	18000	5	13	24000	53000	159000	
5	10000	13000	23000	6	14	100000	178000	300000	
6	12500	15000	27500	7	15	178000	297000	534000	
7	15000	18000	33000	8	16	178000	573000	891000	
8	17500	20500	38000	9	17	297000	932000	1719000	
9	20000	23000	43000	11	19	573000	2796000	1719000	
10	22500	25500	48000	12	20	932000	1669000	5007000	
	25000	28000	53000	13	21	1669000	5007000	5007000	

16 км. отъ станции, прибавленіе еще уравнительной батареи можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ еще больше увеличить пространство дѣйствія станцій. Эта система имѣетъ слѣдующія выготы: одна центральная станція, слѣдовательно, легкій надзоръ и незначительная стоимость рабочихъ рукъ; небольшой резервъ \*), большія единицы. Кромѣ того, вѣсъ мѣди для распределенія значительно уменьшена, виѣшній видъ линіи удовлетворителенъ, и могутъ быть избѣгнуты электролизъ и вліяніе на сосѣдніе провода; наконецъ, пользуясь повышителями напряженія, можно увеличить пространство дѣйствія станціи, не измѣняя единицъ, что, въ извѣстныхъ случаяхъ, представляется цѣнное условіе. Неудобства этой системы слѣдующія: болѣе значительная стоимость, чѣмъ въ первомъ случаѣ, полезного киловаттъ-часа (вслѣдствіе повышения и пониженія напряженія), болѣе сложное устройство станціи. Въ большинствѣ случаевъ, по крайней мѣрѣ, на очень длинныхъ и сильно нагруженныхъ подгородныхъ линіяхъ, примѣненіе этой системы столь же выгодно, какъ и распределеніе многофазными токами съ подстанціями, оборудованными обратителями.

4. Трехпроводная система распределенія, при чѣмъ рельсы служитъ 3-имъ проводомъ (550—500 в. на каждомъ проводѣ). Эта система позволяетъ значительно увеличить распределеніе по длине (20—22 км.), пользуясь хорошо извѣстными экономическими выгодами трехпроводной системы. Кромѣ того, въ данномъ случаѣ, третій проводъ ничего не стоитъ, такъ какъ таковой составляютъ рельсы. Несмотря на его качества, это распределеніе примѣняется мало, такъ какъ оно требуетъ для хорошаго дѣйствія, чтобы всѣ провода были нагружены одинаково, условіе часто практически невыполнимое при эксплоатации трамваевъ въ одну колею, что наиболѣе часто встречается въ подгородныхъ линіяхъ; устройство пересѣченій и стрѣлочекъ, раздѣленіе линіи на участки и т. п. причиняютъ много затрудненій, вслѣдствіе различныхъ поляриостей рабочихъ проводовъ; наконецъ, на центральной станціи, въ этомъ случаѣ, наиболѣшее усложненіе. Пользованіе уравнительными батареями въ нѣкоторой степени уменьшаетъ неудобства, происходящія отъ неравномѣрной нагрузки трехъ проводовъ.

Съ другой стороны, выгоды этой системы слѣдующія: уменьшенный вѣсъ мѣди въ распределеніи; одна центральная станція; возможность увеличенія пространства дѣйствія существующей станціи, безъ измѣненія единицъ; возможность пользоваться установкой для питанія длинной сѣти съ дуговыми лампами, напримѣръ, небольшая стоимость полезного киловаттъ-часа; избѣжаніе опасности электролиза; значительное уменьшеніе опасности вредного вліянія; удовлетворительный виѣшній видъ линій.

Въ общемъ, несмотря на эти теоретическія выгоды, распределеніе не получило большого распространенія, главнымъ образомъ, вслѣдствіе затрудненій при уравненіи нагрузки въ двухъ проводахъ.

5. Распределеніе подъ высокимъ напряженіемъ съ подстанціями, понижжающими напряженіе до 550—600 вольтъ.

а. Обыкновенная система.—Такъ-же, какъ и предыдущая, эта система мало распространена, вслѣдствіе того, что какъ динамомашины, такъ и электродвигатели постоянного тока не столь подходятъ для высокихъ напряженій, какъ альтернативы и двигатели многофазного тока, въ виду трудности изоляціи

\*) Нѣть необходимости предусматривать резервъ для повышителей и понижителей напряженія, такъ какъ при несчастномъ случаѣ, прекратившемъ работу одной или нѣсколькихъ такихъ машинъ, движение по линіи не прервется до исправленія аваріи, а лишь на участкахъ, где напряженіе падеть вслѣдствіе этого, вагоны будуть ходить съ меньшей скоростью.

и возможности поврежденій; кроме того, полезное дѣйствіе динамомашины и электродвигателей постоянного тока немного ниже, чѣмъ у альтернативъ и синхронныхъ двигателей. Наконецъ, несмотря на экономическія выгоды высокаго напряженія, линіи передачи энергіи обходятся тѣмъ дороже, чѣмъ выше напряженіе. Точно также, при одномъ и томъ же напряженіи, изолировку кабелей при перемѣнномъ токѣ труdnѣе поддерживать, чѣмъ при постоянномъ.

Легко понять, что при данныхъ условіяхъ, рассматриваемая система не представляетъ никакихъ преимуществъ передъ распределеніемъ многофазными токами, со вращающимися обратителями, дающими постоянный токъ, почему при разсмотривании лишь примѣненій къ тягѣ нѣть необходимости болѣе останавливаться на ней.

б. Послѣдовательное распределеніе (система Тюри). — Это распределеніе подходитъ для большихъ разстояній (30—40 км. и болѣе). Ею пользуются съ успѣхомъ на установкахъ для передачи силы въ Женевѣ, Икерварѣ и пр. Сущность системы состоять во включеніи въ одну цѣль ряда послѣдовательно расположенныхъ генераторовъ, дающихъ постоянный токъ постоянной силы; этотъ токъ подводится къ ряду приемниковъ, соединенныхъ также послѣдовательно и пользующихся электрической энергией подъ напряженіемъ, измѣняющимся въ зависимости отъ нагрузки. Какъ генераторы, такъ и приемники, снабжены чувствительными регуляторами, дѣйствующими на угол наклоненія щетокъ и на магнитное поле, при чѣмъ эти приемники врашаются динамомашинами, дающія 550—600 вольтъ. Система очень часто пополняется добавленіемъ на станціяхъ пользованія уравнительной батареи.

Выгоды этой системы слѣдующія: весьма уменьшенный вѣсъ мѣди въ линіяхъ передачи, экономическая передача \*); возможность включения въ ту же цѣль нѣсколькихъ разноудаленныхъ природныхъ источниковъ силы, точно также, какъ нѣсколько одинаково удаленныхъ приемныхъ станций могутъ служить для электрической тяги, или для освещенія, или же для распределенія энергіи. Какъ видно, эта система даетъ возможность пользоваться водяной силой, удаленной отъ рабочей линіи.

Съ специальной точки зреія система эта позволяетъ уменьшить до желаемой степени потерю энергіи въ обратныхъ проводахъ (вслѣдствіе усложненія подстанціи, что представляетъ извѣстная неудобства съ другой точки зреія); наконецъ, дѣйствіе приемниковъ не зависитъ отъ потерь въ цѣпи и отъ мѣста ихъ включения. Съ другой стороны, эта система имѣетъ общий недостатокъ всѣхъ системъ послѣдовательного распределенія,—(токъ долженъ проходить послѣдовательно всѣ генераторы и приемники установки, что подвергаетъ все распределеніе возможности неисправнаго дѣйствія, вслѣдствіе порчи машинъ или какихъ нибудь неисправностей въ линіи передачи энергіи). Приборы, автоматически выключающие испорченный генераторъ или двигатель, уменьшаютъ въ нѣкоторой степени указанное неудобство, но это приспособленіе не можетъ разматриваться, какъ мѣра, радикально уничтожающая этотъ недостатокъ. Кромѣ того, необходимо замѣтить что омическое паденіе линіи остается одинаковымъ при всякихъ нагрузкахъ; такъ оно столь же велико при  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{4}$  нагрузки, какъ и при полной (если только не уменьшать пропорционально силу тока, что практически невыполнимо, исключая случая одной подстанціи). Что касается стоимости полез-

\*) Включая послѣдовательно большое число генераторовъ, можно достичь большого напряженія (25000—40000 вольтъ) и слѣдовательно получить не дорогое распределеніе; необходимо при этомъ замѣтить, что послѣдовательное соединеніе нѣсколькихъ генераторовъ и приемниковъ постоянного тока не представляетъ никакихъ затрудненій; при альтернативахъ же—наоборотъ.

наго киловатт-часа, то она болѣе или менѣе высока въ этой системѣ, при малой или измѣняющейся нагрузкѣ; когда идетъ дѣло о природныхъ силахъ, то это условіе имѣетъ менѣе значенія.

Въ общемъ, это распределѣніе можетъ быть рекомендовано лишь въ случаѣ пользованія паденіемъ воды, удаленнымъ отъ сѣти; необходимо еще замѣтить, что оно, вообще говоря, плохо примѣняется къ обыкновеннымъ требованіямъ эксплоатации трамваевъ; поэтому и употребляется чаще для передачи силы, въ буквальномъ значеніи этого выраженія, и для освѣщенія.

#### 6. Тяга отъ аккумуляторовъ.

а) Обыкновенная система.—Аккумуляторная тяга подходитъ хорошо къ линіямъ, съ ровнымъ профилемъ, имѣющимъ небольшое движение. Если эти условія не соблюдены оба заразъ, то эта система не подходитъ; но при соблюдѣніи этихъ условій она имѣетъ слѣдующія выгоды: большая экономія устройства (въ особенности для большихъ линій), вслѣдствіе отсутствія проводниковъ, столбовъ и т. п.; уменьшеніе мощности двигательныхъ единицъ, а слѣдовательно, и экономія въ неподвижной части устройства, полное отсутствіе возможности электролиза и вредного вліянія, независимость вагоновъ, увеличеніе сцепленія между колесами и рельсами, отсутствіе опасности для личнаго состава и публики, возможность пользоваться какимъ угодно путемъ для проѣзда въ городѣ.

Недостатки этой системы нижеслѣдующіе: болѣе значительный вѣсъ вагоновъ, вслѣдствіе чего является лишняя потеря энергии и болѣе сильный износъ пути; тѣмъ менѣяя безопасность эксплоатации, чѣмъ больше вагоновъ; опасность порчи вагоновъ и ихъ тележекъ кислотой; выдѣленія газа, непрѣятныя для пассажировъ; трудный ремонтъ и наблюденіе; высокая стоимость полезнаго киловатт-часа у зажимовъ вагонныхъ двигателей; наконецъ, если не пользоваться нѣсколькими станціями для зарядки аккумуляторовъ, то примѣненіе этой системы должно ограничиться предѣлами линій отъ 15 до 20 км. (вслѣдствіе ограниченной емкости батарей).

б) Смѣшанная система. Верхній проводъ и аккумуляторы.—Этой системой можно пользоваться и для низкого, превосходящихъ 15—20 км. Предѣлы примѣненій зависятъ отъ разстоянія, на которомъ существуетъ распределѣніе тока, но при отсутствіи этого условія, рассматриваемый способъ не представляетъ преимуществъ передъ вышеописаннымъ. Въ смѣшанной системѣ, наблюденіе за аккумуляторами еще сложнѣе и они скорѣе могутъ испортиться, такъ какъ при зарядкѣ они остаются въ вагонахъ, что не позволяетъ хорошо наблюдать за ними.

#### В. Распределѣніе перемѣнными токами.

Какъ замѣтаетъ Общество Ганноверской уличной дороги, однофазные токи не годятся для электрической тяги. Во-первыхъ потому, что однофазные асинхронные двигатели не идутъ въ ходъ подъ нагрузкой, и, затѣмъ, эти токи требуютъ большого вѣса мѣди для проводниковъ и, наконецъ, полезное дѣйствіе однофазныхъ альтернаторовъ и трансформаторовъ меньше. Съ другой стороны, двухфазные двигатели требуютъ 4 проводниковъ для передачи энергии и потому—не практичны.

Такимъ образомъ, остается рассматривать лишь трехфазные токи и трехфазные двигатели, обладающіе болѣе постояннымъ моментомъ вращенія. Всѣ разсужденія класса Въ такъ же хорошо прилагаются и къ классу С.

Прежде чѣмъ перейти къ сравненію различныхъ способовъ передачи энергіи трехфазными токами, необходимо сказать нѣсколько словъ о двигателяхъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ \*).

Эти двигатели обладаютъ слѣдующими качествами:

\*). Синхронные двигатели, не берущіе съ мѣста подъ нагрузкой, не рассматриваются. Лишь асинхронные двигатели.

- а) Большой моментъ вращенія при пусканіи въ ходъ;
- б) Высокое полезное дѣйствіе при большихъ нагрузкахъ;
- с) Постоянная скорость, независящая отъ нагрузки (стало быть и на различныхъ уклонахъ пути);
- д) Способность возстановлять часть энергіи, расходуемой на уклонахъ для торможенія \*).

Какъ извѣстно, двигатель постоянного тока самъ по себѣ выполняетъ постоянную работу, тогда какъ двигатель съ вращающимся магнитнымъ полемъ, наоборотъ, поддерживаетъ постоянную скорость, независимо отъ нагрузки. Такимъ образомъ, понятно, что работа этого послѣдняго на подъемахъ значительно больше, чѣмъ работа двигателя постоянного тока \*\*). Необходимо замѣтить, что при двигателяхъ постоянного тока можно, пользуясь энергией, имѣющейся въ распоряженіи, регулировать скорость выше нормальной, что весьма не экономично при двигателяхъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ. Сдѣланые въ этомъ направленіи опыты не позволяютъ, однако же, сказать, чтобы этотъ вопросъ былъ решенъ практически.

Изъ этого всего слѣдуетъ, что двигатель постоянного тока болѣе удовлетворяетъ требованиямъ тяги, по крайней мѣрѣ, если дѣло не идетъ о линіяхъ съ постояннымъ профилемъ \*\*\*). Можно, кромѣ того, сказать, какъ указываетъ Главное Общество Швейцарскихъ трамваевъ, что уходъ за подшипниками многофазныхъ двигателей требуетъ большого наблюденія, такъ какъ однимъ изъ главнѣйшихъ условій хорошей работы этихъ двигателей является небольшое междужелѣзное пространство; изнашиваніе на 1 м. можетъ повести, вслѣдствіе тренія, къ дорогому ремонту. Междужелѣзное пространство въ двигателяхъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ рѣдко превосходитъ  $1\frac{1}{2}$  мм., тогда какъ для двигателей постоянного тока оно доходитъ до  $2\frac{1}{2}$ —3 мм.; изъ этого слѣдуетъ, что для многофазныхъ двигателей необходимо увеличивать длину подшипниковъ, вслѣдствіе чего происходитъ большее засореніе механизма.

Съ другой стороны, многофазные двигатели имѣютъ слѣдующія преимущества: отсутствіе коллектора, простота устройства, возможность построенія двигателей, могущихъ работать при высокомъ напряженіи (1000—4000 вольтъ) \*\*\*\*).

Рассмотримъ теперь различные системы, на которыхъ можетъ быть подраздѣленъ классъ В.

а) Системы, въ которыхъ вагонные электродвигатели питаются непосредственно подъ напряженіемъ распределительныхъ линій; и

б) Системы, въ которыхъ, съ помощью неподвижныхъ трансформаторовъ, энергія, даваемая генераторами, преобразуется въ имѣющую высшій потенциалъ для передачи, и затѣмъ вновь понижается предъ пользованіемъ въ рабочей линіи и двигателяхъ.

а) Системы, въ которыхъ вагонные двигатели питаются непосредственно подъ напряженіемъ распределительныхъ линій сѣти.

Этотъ родъ распределенія мало примѣняется до

такъ представляемъ интересъ съ точки зреенія электрической тяги.

\*). Качества а и б присущи также и двигателямъ постоянного тока.

\*\*). Моментъ вращенія двигателя постоянного тока не зависитъ отъ напряженія, тогда какъ въ многофазныхъ двигателяхъ онъ пропорционаленъ корню квадратному изъ напряженія.

\*\*\*). Какъ, напримѣръ, на большихъ желѣзныхъ дорогахъ.

\*\*\*\*). Въ настоящее время не признается ни практическимъ, ни экономичнымъ строить трамвайные двигатели на напряженія выше 1000 вольтъ; кромѣ того, можно всегда опираться на короткихъ соединеній между щетками.

сихъ поръ для трамваевъ, что объясняется слѣдующими причинами:

а) Трудность достаточного изолированія рабочей линіи, главнымъ образомъ на пересѣченіяхъ и стрѣлкахъ, для которыхъ необходимо прибавлять двойной троллей.

(При чемъ при трехфазномъ токѣ необходимо иметь не менѣе двухъ воздушныхъ проводовъ различного знака).

Легко понять, что тѣмъ труднѣе достичь хорошей изолировкы, чѣмъ выше напряженіе; съ этой точки зрењія существуетъ много затрудненій механическаго и электрическаго свойства, которыя не могутъ быть, въ настоящее время, избѣгнуты \*).

б) Воздушная устройствъ уже достаточно сложная при постоянномъ токѣ (обыкновенная троллейная система), съ эстетической точки зрењія еще менѣе удовлетворительны при трехфазномъ распределеніи. Затрудненія, о которыхъ идетъ рѣчь, и некрасивый видъ линій увеличиваются еще болѣе, если вмѣсто того, чтобы пользоваться рельсомъ, какъ третимъ проводомъ, подвѣшиваются для этой цѣли специальный воздушный проводъ. Всѣ принадлежности для высокихъ напряженій нѣжнѣе и стоять дороже; но, съ другой стороны, если не пользоваться высокимъ напряженіемъ, пропадаютъ экономическая выгоды системы; наконецъ, достойно замѣчанія, что при многофазныхъ токахъ нельзя принимать такія же большія потери въ цѣпи, какъ при постоянномъ токѣ, въ виду того, что, какъ уже было сказано, измѣненія напряженія имѣютъ большое вліяніе на регулировку двигателей.

г) Самоиндукція, появляющаяся въ рельсахъ, употребляемыхъ въ качествѣ 3-го провода, главнымъ образомъ, во время наибольшаго потребленія тока, вредить хорошей работѣ.

д) Явленія индукцій и вообще вредное вліяніе на сосѣднія телефонныя и телеграфныя линіи, вносящія разстройства въ ихъ дѣйствіе, принимаютъ при многофазныхъ токахъ большиѳ размѣры. Съ этой точки зрењія рассматриваемая система не терпима внутри городовъ.

е) Употребленіе многофазныхъ токовъ, въ особенности высокаго напряженія, представляетъ больше опасности какъ для служащихъ, такъ и для публики, чѣмъ при постоянномъ токѣ.

ж) Сообразно съ вышесказаннымъ, двигатели съ вращающимся магнитнымъ полемъ, съ точки зрењія примѣненія къ тягѣ, менѣе выгодны, чѣмъ двигатели постоянного тока,

з) Наконецъ, принятіе системы непосредственнаго питанія двигателей трехфазнымъ токомъ на загородной сѣти, соединенной съ городской, питаемой постояннымъ токомъ, требуетъ пользованія двумя типами двигателей и принадлежностей, — что, очевидно, не можетъ быть рекомендуемо.

Съ другой стороны, система имѣеть слѣдующія выгоды.

а) Она позволяетъ получить значительную экономію въ распределеніи, особенно при длинныхъ линіяхъ.

б) При употребленіи ея не имѣеть мѣста электролизъ. Преимущество не важное, принимая во вниманіе, что, по другимъ причинамъ, система примѣняется лишь въ городовъ.

г) Система позволяетъ пользоваться, въ случаѣ надобности, паденіемъ воды даже удаленными отъ обслуживаемой линіи, или, что еще лучше, она даетъ возможность помѣстить генераторную станцію тамъ, где она будетъ находиться въ лучшихъ условіяхъ относительно топлива и воды.

д) При этой системѣ имѣется одна центральная

станція, откуда вытекаетъ небольшая стоимость полезного киловатт-часа и другія выгоды, упомянутыя въ началѣ этой замѣтки.

Въ общемъ, система эта подходитъ къ мѣстностямъ, где имѣются паденія воды, которыми можно пользоваться и можетъ примѣняться на подгородныхъ и междугородныхъ линіяхъ, не соединенныхъ съ городскими линіями и большими желѣзными дорогами.

б) Системы, въ которыхъ, посредствомъ неподвижныхъ трансформаторовъ, энергія, даваемая генераторами, преобразуется въ имѣющую высшій потенциалъ для передачи, и затѣмъ вновь понижается предъ пользователяніемъ въ рабочей линіи и двигателяхъ.

Вслѣдствіе употребленія неподвижныхъ трансформаторовъ, повышающихъ напряженіе на генераторной станціи и наоборотъ понижающихъ его на подстанціяхъ, уменьшаются затрудненія въ мѣстахъ потребленія энергіи, вмѣстѣ съ этимъ уменьшается и опасность для служащихъ и публики. Съ другой стороны, вслѣдствіе высокаго напряженія въ распределительной сѣти, значительно уменьшается вѣсъ проводовъ.

Кромѣ того, все, что было сказано выше, прилагается и къ этой системѣ, при чемъ полезное дѣйствіе ея нѣсколько менѣе, вслѣдствіе двойного трансформированія тока\*).

Необходимо замѣтить, что неподвижные трансформаторы не требуютъ наблюденія; такимъ образомъ, подстанціи не увеличиваютъ значительно стоимости полезного киловатт-часа. Эта система хорошо примѣнима, когда генераторная станція значительно удалена отъ линіи, или линія длинна и сильно нагружена.

*С. Распределенія совокупныхъ постоянныхъ и многофазныхъ токами.*

Системы этого класса точно также могутъ быть подраздѣлены на 2 группы:

а) Системы, въ которыхъ трехфазный токъ трансформируется непосредственно въ постоянный, съ помощью трансформаторовъ или генераторовъ постоянного тока, или же помощью обратителей.

б) Системы, въ которыхъ напряженіе трехфазнаго тока повышается помощью неподвижныхъ трансформаторовъ для передачи, и затѣмъ понижается передъ вступлениемъ тока въ двигатели трансформаторовъ или во вращающіеся обратители подстанций.

Выгоды системъ класса С слѣдующія:

а) Позволяютъ сохранить для вагоновъ, какъ двигатели постоянного тока, такъ и соответствующія принадлежности;

б) Они позволяютъ точно также сохранить всѣ принадлежности рабочей линіи, слѣдствіемъ чего является удовлетворительный вицѣній видъ устройства и избѣжаніе причинъ разстройства, о которыхъ говорилось выше, какъ въ эксплоатации, такъ и въ телефонныхъ и телеграфныхъ сѣтяхъ; отсутствие опасности для служащихъ и для публики; наконецъ, возможность употребленія уравнительныхъ батарей, улучшающихъ условія распределенія.

Съ другой стороны, полезное дѣйствіе этихъ системъ менѣе, чѣмъ системъ, где трехфазнымъ токомъ пользуются непосредственно, вслѣдствіе трансформированія многофазнаго тока въ постоянный. Всѣ мѣди проводниковъ, питающихъ рабочую линію, становится большими, вслѣдствіе относительно низкаго напряженія, наконецъ, трансформаторная подстанція съ генераторами постоянного тока, точно также какъ и съ вращающимися обратителями, требуютъ надзора, содержание коего увеличиваетъ стои-

\*). Слѣдуетъ указать, что, какъ показали опыты въ Германіи, эти затрудненія не являются непреодолимыми. Эти опыты производились съ напряженіемъ отъ 2000 до 10000 вольтъ въ рабочемъ проводѣ. Вологодская областная универсальная научная библиотека

мость полезного киловаттъ-часа у зажимовъ вагона и дѣлаетъ менѣе легкимъ контроль. Слѣдуетъ замѣтить еще, что сумма всѣхъ единицъ, находящихся въ работе на различныхъ трансформаторныхъ подстанціяхъ, не считая резерва, представляетъ мощность, значительно превышающую мощность единицъ, работающихъ на генераторной станціи, такъ какъ надо принимать во вниманіе случайности, могущія имѣть мѣсто при эксплоатации системы. Легко видѣть, что всѣ эти обстоятельства ведутъ къ увеличенію въ извѣстной мѣрѣ, не только стоимости первоначального устройства, но и эксплоатации.

Эти невыгоды, однако-же, уравновѣщаются въ большой мѣрѣ небольшой стоимостью первоначального устройства высокаго напряженія и выгодами пользованія постояннымъ токомъ какъ въ рабочей линіи, такъ и въ вагонныхъ двигателяхъ. Какъ и предыдущія, эти системы даютъ возможность пользоваться паденіемъ воды, удаленнымъ отъ линіи, но имѣютъ то преимущество, что даютъ еще возможность присоединенія къ городскимъ линіямъ, и пользованія ихъ двигателями и принадлежностями.

Все сказанное выше относительно одинаково какъ къ группѣ *a*, такъ и къ группѣ *b*, при чемъ эта послѣдняя имѣетъ несолько меньшее полезное дѣйствіе (по сравненію съ системой непосредственного пользованія трехфазнымъ токомъ), вслѣдствіе дополнительного двойного трансформированія тока неподвижными трансформаторами \*).

Благодаря пользованію очень высокимъ напряженіемъ для передачи энергіи, способы группы *b* подходятъ, главнымъ образомъ, для очень длинныхъ линій или для линій, значительно удаленныхъ отъ утилизируемаго паденія воды.

Между системами класса С слѣдуетъ различать:

1. Передача съ альтернаторами и синхронными двигателями высокаго напряженія и генераторами постоянного тока.

2. Передача трехфазными токами съ альтернаторами и синхронными двигателями низкаго напряженія и трансформаторами, повышающими и понижающими напряженіе и генераторами постоянного тока.

3. Передача трехфазными токами съ альтернаторами высокаго напряженія, синхронными двигателями низкаго напряженія, трансформаторными подстанціями и генераторами постоянного тока.

4. Передача съ трехфазными альтернаторами низкаго напряженія, неподвижными трансформаторами для повышенія и пониженія напряженія, и вращающимися обратителями.

5. Передача съ трехфазными альтернаторами высокаго напряженія, неподвижными трансформаторами для пониженія напряженія и вращающимися обратителями.

Здѣсь интересно привести данныя, сообщенные главнымъ французскимъ обществомъ трамваевъ относительно полезного дѣйствія различныхъ системъ и приборовъ этого класса.

Трехфазный генераторъ низкаго напряженія, большой мощности . . . . . 95,5

Трехфазный генераторъ высокаго напряженія . . . . . 95

Трансформаторъ, поднимающій напряженіе, большой мощности . . . . . 95,7

Генераторъ постоянного тока высокаго напряженія . . . . . 92,0

\* ) Какъ и выше, это неудобство можетъ быть избѣгнуто употребленіемъ генераторовъ высокаго напряженія, чѣмъ уничтожается одно изъ трансформирований неподвижными трансформаторами; необходимо еще замѣтить, что разсмотрѣніе полезного дѣйствія имѣть иногда второстепенную важность, когда дѣло идетъ о пользованіи водными природными источниками силы, такъ какъ куб. метръ отведенной воды стоитъ почти одно и то же, будь-ли онъ использованъ или иѣть.

Двигатели постоянного тока высокаго напряженія . . . . .	90,0
Трансформаторъ — понижающій напряженіе . . . . .	97,0
Синхронный двигатель высокаго напряженія . . . . .	95,0
Синхронный двигатель низкаго напряженія . . . . .	94,0
Генераторъ постоянного тока въ 125 вольтъ . . . . .	92,0
Вращающійся обратитель . . . . .	93,5
Предполагая потери въ линіи = 10% получаемъ окончательное полезное дѣйствіе различныхъ системъ распределенія.	
Название системы.	Коф. полезн. дѣйствія.
Обыкновенная система передачь постояннымъ токомъ . . . . .	69,3
1 . . . . .	74,9
2 . . . . .	71,0
3 . . . . .	72,6
4 . . . . .	76,2
5 . . . . .	77,7

Какъ замѣтаетъ г. Тоне, эти данныя лишь приблизительны, но они тѣмъ не менѣе даютъ отличную понятіе о сравнительной выгодѣ системъ класса С. Докладчикъ оканчиваетъ свой докладъ таблицей, взятой изъ „Elektrotechnische Zeitschrift“ и исправленной Руберомъ, директоромъ завода Эрликонъ. Эта таблица относится къ линіи въ 20 км., длиною, имѣющей въ движеніи 5 вагоновъ по 20 тоннъ, требующихъ каждый около 20 киловаттъ. Заключающіяся въ таблицѣ даныя расходовъ измѣняются при той или другой системѣ. Онѣ неприложимы къ расходамъ общимъ для всѣхъ рассматриваемыхъ системъ.

Изъ этой таблицы слѣдуетъ, что распределеніе многофазными токами или смѣшанное (классъ В и С), представляютъ тѣмъ большие выгоды, чѣмъ длини линіи (или чѣмъ неудобнѣй расположена центральная станція) и чѣмъ гуще движеніе. (Табл. см. стр. 60).

### Заключенія.

Какъ было указано въ началѣ доклада, невозмож но, при общности поставленного вопроса, дать на него точный отвѣтъ. Тѣмъ не менѣе докладчикъ полагаетъ, что изо всего вышеизложеннаго можно заключить слѣдующее \*):

1. Когда линія не простирается дальше 8—10 км. отъ центральной станціи и если движеніе не особенно густо, слѣдуетъ, вообще говоря, отдавать преимущество обыкновенному распределенію постояннымъ токомъ съ уравнительной батареей или безъ онай.

2. Когда линія простирается, при тѣхъ же условіяхъ, на 15—16 км. отъ станціи, то распределеніе постояннымъ токомъ съ одной центральной станціей, съ повысителями, а иногда и понизителями напряженія и уравнительными батареями, — продолжаетъ сохранять свои выгоды.

3. Въ извѣстныхъ, совершенно особыхъ случаяхъ, какъ указано выше, слѣдуетъ отдавать, однако, предпочтеніе аккумуляторной тягѣ, когда длина линіи не превосходитъ 15—20 км.

4. Распределеніе постояннымъ токомъ, такъ называемое послѣдовательное, можетъ быть примѣняемо къ еще болѣе длиннымъ линіямъ, въ особенности, если имѣется возможность пользоваться удаленнымъ паденіемъ воды, но это распределеніе сохраняетъ всегда свои недостатки, присущіе послѣдовательной системѣ распределенія (возможность остановки всего движенія изъ-за одной порчи), наконецъ, она не рекомендуется, когда интенсивность службы колеблется значительно.

5. Согласно этимъ разсужденіямъ, распределеніе

\* ) Специальная изслѣдованія докладчика, предпринятыя имъ въ виду устройства ряда значительныхъ распределений привели къ тому же заключенію.

СИСТЕМЫ.	Электрическая часть центральной станции	Мѣдь въ работе и питательных проводахъ.	Трансформаторы.	Трансформаторы подстанций.	Передача на расстояние.	Общая стоимость.	Процент и погашение, мѣдь 6%.	Вознаграждение служащихъ на станцияхъ, въ горть.	Процент и погашение и вознаграждение служащихъ въ горть.	ПРИМѢЧАНИЯ.
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦІЯ ВЪ СРЕДИНѢ ЛІНІЙ.										
Токъ постоянный . . . . .	70000	45000	—	—	—	115000	9700	3600	13300	
Токъ многофазный . . . . .	70000	41000	24000	—	—	135000	11860	3600	15470	
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦІЯ ВЪ КОНЦѢ ЛІНІЙ.										
Токъ постоянный . . . . .	70000	180000	—	—	—	250000	17800	3600	21400	
Токъ многофазный . . . . .	70000	44000	24000	—	—	138000	11040	3600	15640	
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦІЯ ВЪ 10 км. отъ средней лінії.										
Передача многофазнымъ токомъ, трансформированіе въ постоянный, подстанція въ срединѣ лінії . . . . .	10000	28000	—	80000	10000	213000	20280	7200	27480	
Передача и питаніе ліній многофазнымъ токомъ .	70000	41000	24000	—	25000	160000	13370	5400	18770	

многофазными токами съ трансформаторными подстанціями постоянного тока, питающими рабочую лінію, представляюще тѣ же выгоды, съ точки зренія пользованія паденіемъ воды, подходитъ болѣе, когда движение густое и перемѣнное, поѣзда тяжелые и лінія длинная (20—30 км.).

6. Наконецъ, непосредственное распределеніе многофазными токами съ вагонными двигателями съ врачающимся магнитнымъ полемъ должно быть рекомендовано, при одинаковыхъ условіяхъ экономическихъ и длины лініи и т. п., повидимому, только для желѣзныхъ дорогъ, въ узкомъ смыслѣ этого слова, независимыхъ отъ городскихъ трамваевъ и имѣющихъ собственное огдѣльное полотно.

## ОБЗОРЪ.

**Определеніе мощности, въ цѣпи переменного тока съ помощью вольтметра и амперметра, по методѣ Э. Рейца.** — Если мощность тока, которую должно определить, настолько мала, что примененіе вольтметра не даетъ надежныхъ результатовъ, или если послѣдняго неѣтъ въ распоряженіи экспериментатора, то взамѣнѣ метода трехъ амперметровъ можетъ быть съ успѣхомъ примененъ способъ, предлагаемый Э. Рейцемъ.

Этотъ методъ обладаетъ тѣмъ преимуществомъ, что требуетъ лишь двухъ измѣрительныхъ приборовъ, и кромѣ того даетъ точные выводы независимо отъ величины измѣряемой мощности.

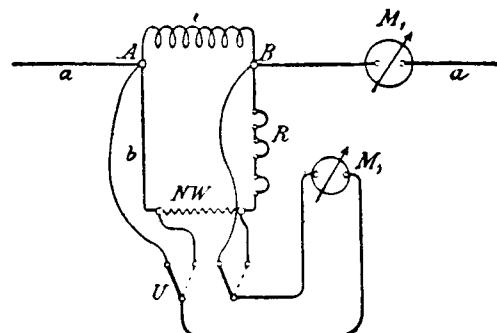
Пусть нужно измѣрить мощность тока, потребляемую между точками А и В провода (фиг. 5). Обозначимъ напряженіе точками черезъ  $e$ , силу тока въ главномъ проводѣ при отсутствіи отвѣтвленія  $i$ , при отвѣтвленіи  $a$ , и въ самомъ отвѣтвленіи  $b$ . Пусть  $M_1$ , есть амперметръ,  $M_2$ —вольтметръ, а  $NW$ —величина сопротивленія, къ концамъ которого присоединяются проводы отъ вольтметра  $M_2$ , чтобы такимъ образомъ по отчету вольтметра и величинѣ сопротивленія определить силу тока въ цѣпи  $b$ . — Мощ-

ность, потребляемая приборами, включеннымъ между А и В (на фиг. 5—реактивная катушка) равняется:

$$E = ei \cos \varphi, \dots \dots \quad (1)$$

гдѣ  $\varphi$  есть величина сдвига фазъ между  $i$  и  $e$ .

При присоединеніи къ точкамъ, А и В, параллельно неиндуктивному сопротивленію, и при посто-



Фиг. 5.

янствѣ напряженія въ цѣпи получается слѣдующее соотношеніе между указанными выше величинами:

$$a^2 = b^2 + i^2 + 2bi \cos \varphi, \dots \dots \quad (2)$$

графически представлено на фиг. 6.

Чтобы определить  $i$ , измѣняютъ, съ помощью реостата  $R$ , сопротивленіе отвѣтвленія, напряженіе между А и В при этомъ должно оставаться постояннымъ (послѣднее можно контролировать съ помощью выключателя  $U$  и вольтметра  $M_2$ ); въ такомъ случаѣ  $a$  измѣнится въ  $a_1$ ,  $b$ —въ  $b_1$ , тогда какъ  $i$  останется постояннымъ. Величины эти дадутъ новое соотношеніе.

$$a_1^2 = b_1^2 + i^2 + 2b_1 i \cos \varphi, \dots \dots \quad (3)$$

Изъ равенствъ (2) и (3) слѣдуетъ:

$$i^2 = \frac{b(a_1^2 - b_1^2) - b_1(a_1^2 - b_1^2)}{b - b_1}$$

Подставивъ полученню величину  $i$  въ равенство (2) или (3), опредѣлимъ затѣмъ и  $\cos \varphi$ .

Величины силы тока:  $a$ ,  $a_1$ ,  $b$ ,  $b_1$  легко опредѣляются по показаніямъ амперметра  $M$ , и вольтметра  $M_1$ . Измѣривъ величину напряженія между  $A$  и  $B_1$ , легко получаемъ искомую величину мощности.

$$E = ei \cos \varphi.$$

Величины  $a$ ,  $a_1$ ,  $b$  и  $b_1$  могутъ быть выбраны произвольно, почему для измѣренія всегда можно ограничиться имѣющимися въ распоряженіи приборами.

Коэффиціентъ самоиндукціи  $L$  изслѣдуемой реактивной катушки (фиг. 5) и сопротивление ея  $\rho$  опредѣляется равенствами:

$$\text{сопротивлніе} = \rho \frac{e \cos \varphi}{i}$$

$$\text{Коф. самоиндукціи } L = \frac{\rho}{w} \operatorname{tg} \varphi,$$

гдѣ  $w$  число перемѣнъ тока въ  $2\pi$  секундъ.

Этотъ методъ можетъ быть съ успѣхомъ примененъ и въ томъ случаѣ когда токъ между  $A$  и  $B$  не можетъ быть прерванъ, или когда введение измѣрительного прибора въ цѣль неудобно (при электродвигателяхъ); напр., если  $M_1$  — также вольтметръ, то его должно помѣстить въ отвѣтвленіе цѣли, приключивъ къ неиндуктивному сопротивлению такой же величины, что и полное сопротивление вольтметра и тѣмъ опредѣлить  $a$  и  $a_1$ .

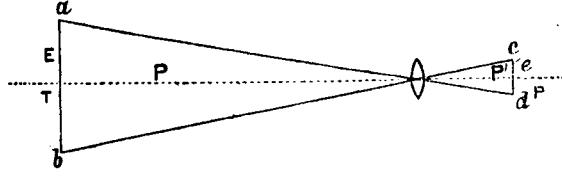
Фиг. 6.

По изложенному методу, по словамъ автора, оказывается возможнымъ опредѣлять такія значенія мощности, которыя могутъ быть измѣрены только съ помощь зеркального вольтметра.

(E. T. Z., 1900).

**Фотографический способъ опредѣленія скорости автомобилей.**—Scientific American сообщаетъ, что множество арестовъ, произведенныхъ за послѣднее время въ Парижѣ за слишкомъ быструю ѻду автомобилей, заставили обратить внимание на необходимость точного способа опредѣленія скорости экипажей, во избѣжаніе произвола полиції. Деламаръ предложилъ слѣдующій фотографический методъ; если обозначить черезъ  $l$  пространство пройденное движущимся тѣломъ въ  $T$  секундъ, то скорость  $v$  опредѣлится

$$v = \frac{l}{T}$$



Фиг. 7.

Если предметъ въ теченіи  $T$  секундъ прошелъ разстояніе  $E=ab$ , то его изображеніе, отброшенное на экранъ чечевицѣ, перемѣстится на величину  $cd=l$ .

По основной формулѣ для чечевицѣ получаемъ согласно чертежу (фиг. 7):

Бологощская областная универсальная научная библиотека

$$\frac{E}{e} = \frac{P}{P'} = \frac{P-f}{f}$$

гдѣ  $f$  есть главное фокусное разстояніе данной чечевицы, отсюда:

$$E = e \frac{T-f}{f}$$

Если взять другую чечевицу съ другимъ главнымъ фокуснымъ разстояніемъ  $f_1$ , получимъ и другое перемѣщеніе  $e_1$ , и будемъ имѣть формулу

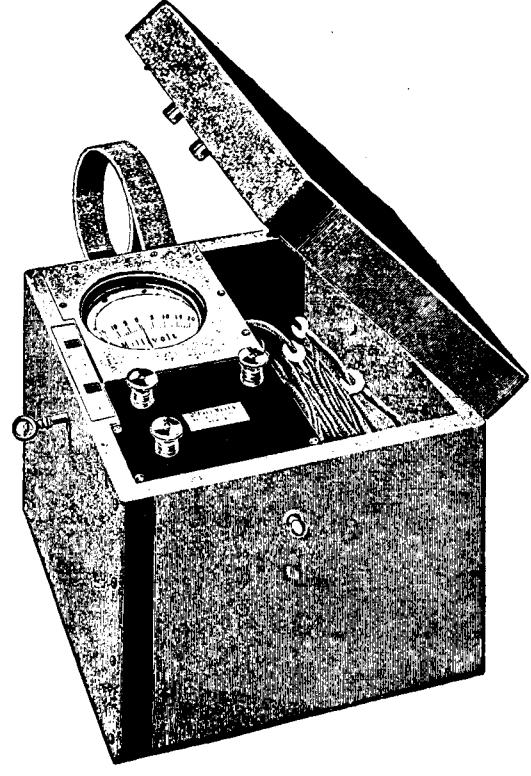
$$E = e_1 \frac{T-f_1}{f_1}$$

Изъ этихъ двухъ формулъ исключается  $T$ , и получается для  $E$  выражение:

$$E = (f-f_1) \frac{ee_1}{ef_1 - e_1 f}$$

Для практическаго осуществленія этой идеи остается устроить такой фотографическій аппаратъ, съ двумя линзами, чтобы было можно черезъ извѣстный промежутокъ времени автоматически производить по снимку каждой линзою. Измѣряя на пластинкѣ разстояніе  $e$  и  $e_1$  между снимками, соотвѣтствующими каждой отдельно линзѣ и вставляя эти величины въ формулу, мы и получимъ величину передвиженія экипажа  $E$  за промежутокъ времени  $T$  между снимками, отсюда легко найдемъ скорость.

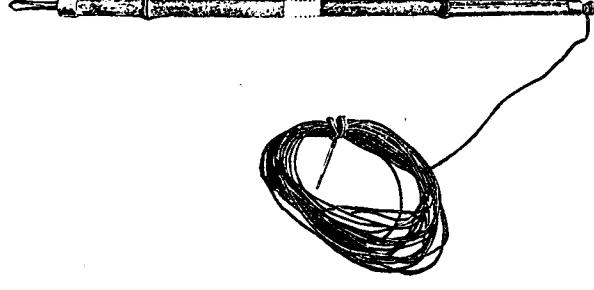
**Приборъ для измѣренія сопротивленія рельсовыхъ стыковъ.**—Испытаніе рельсовыхъ стыковъ на электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ можно производить двояко: или пользуясь паде-



Фиг. 8.

ніемъ напряженія въ самыхъ рельсахъ, или при помощи особой вспомогательной батареи, какъ самостоительного источника тока; въ послѣднемъ случаѣ,

конечно, рельсы должны быть выключены изъ общей съти тока. Пользованіе батареей представляетъ, однако нѣкоторыя неудобства: такъ какъ сопротивленіе рельсъ и стыка вообще не велико, и такъ какъ для точности измѣреній прочія сопротивленія измѣрительной цѣпи должны быть величинами того же порядка, то сопротивленіе обмотки амперметра должно быть незначительно. Вслѣдствіе этого, однако, токъ въ измѣрительной цѣпи будетъ обладать относительно большой силой, что весьма вредно отзовется на постоянствѣ напряженія и на продолжительности службы сухихъ элементовъ, обыкновенно служащихъ для указанной цѣли, между тѣмъ какъ



Фиг. 9.

дѣленія шкалы амперметра предполагаютъ опредѣленную и постоянную разность потенціаловъ; отсюда возникаетъ опасность впасть, при производствѣ измѣреній, въ болѣе или менѣе грубую ошибку. Поэтому оказывается гораздо болѣе предпочтительнымъ, при измѣрении сопротивленія стыковъ, пользоваться методомъ приведенія къ нулю, который даетъ показанія, не зависящія отъ напряженія и силы тока батареи. Кромѣ того, желательно пользоваться именно токомъ, проходящимъ по рельсамъ, для того, чтобы испытывать рельсовые стыки въ дѣйствительныхъ условіяхъ повседневной работы.

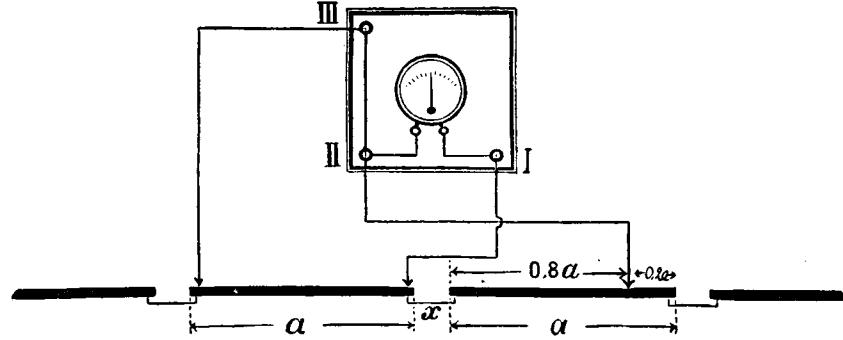
Для этой цѣли инж. К. Вальтеръ предлагаетъ построенный имъ приборъ, который представляетъ собою кубический ящикъ (фиг. 8) изъ полированнаго орѣха, по 25 см. въ каждомъ ребрѣ, содержащей чувствительный гальванометръ, построенный по принципу Депре-д'Арсонвала. Шкала этого гальвано-

для испытанія сопротивленія стыка  $x$  (фиг. 10) между двумя рельсами  $a$ ,  $a$ , одна изъ контактныхъ палокъ, именно присоединенная къ зажиму I гальванометра, устанавливается на ближайшемъ къ стыку ( $x$ ) концѣ рельса  $a$ ; другая контактная палка, соединенная съ зажимомъ III, устанавливается на противоположномъ концѣ того же лѣваго на (фиг. 10) рельса, наконецъ, контактная палка, ведущая къ зажиму II, ставится на другомъ рельсѣ, образующемъ тотъ же стыкъ, близъ противоположнаго конца этого рельса, приблизительно въ разстояніи  $0,2$  его длины отъ него (обыкновенно, сопротивленіе нормального стыка представляетъ  $0,3$  сопротивленія цѣлаго рельса). Если стыкъ  $x$  устроенъ хорошо, то стрѣлка гальванометра остается на нулѣ шкалы; чѣмъ значительнѣе отклоненіе ея, тѣмъ, слѣдовательно, больше сопротивленіе стыка; въ такомъ случаѣ палку, соединенную съ зажимомъ II, приходится переставлять ближе къ стыку; при этомъ разстояніе рѣзца палки отъ противоположнаго стыку конца рельса является прямымъ мѣриломъ величины сопротивленія стыка. Для хорошихъ стыковъ это разстояніе представляетъ около  $0,2$  длины рельса.

Какъ видно изъ схемы фиг. 10, включение гальванометра въ цѣпь производится по методу мостика Витстона, при чѣмъ зажимы II и III соединены между собой. Приборъ К. Вальтера, какъ указано выше, предназначается для испытанія стыковъ во время работы линіи, при чѣмъ проходящій по рельсамъ токъ исключаетъ надобность въ особомъ источнике тока. Если же стыки приходится испытывать во время перерыва движенія на линіи, при чѣмъ въ рельсахъ нѣтъ тока, то приборъ Вальтера снабжается небольшой батареей изъ двухъ-трехъ сухихъ элементовъ.

(E. T. Z., 1900).

**Составной изоляторъ для воздушныхъ проводовъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ.**—Такъ какъ обычно употребляемые шарообразные изоляторы для подвѣсокъ на электрическихъ трамваяхъ не свободны отъ нѣкоторыхъ существенныхъ недостатковъ, то взамѣнъ ихъ Гессе предлагаетъ составной изоляторъ, изображенный на фиг. 11: два коническихъ штепселя  $E$ ,  $E$ , изъ кованаго жалѣза, покрыты изолирующей массой  $I$ , заключены въ стальную коробку, состоящую изъ двухъ свинчивающихся частей  $A$  и  $B$ ; штепсели имѣютъ на на-

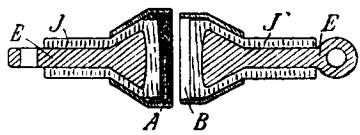


Фиг. 10.

метра имѣеть нуль по серединѣ и раздѣлена на милливольты. Остальная часть ящика служить для помѣщенія шнуровъ, соединяющихъ гальванометръ съ рельсами. При этомъ приборѣ имѣется еще три бамбуковыя палки длиною около 1 метра каждая, съ металлической сердцевиной (фиг. 9); нижній конецъ такой палки снабженъ острымъ рѣзцомъ для установки на рельсѣ, а верхній—зажимомъ, къ которому присоединяются шнуръ отъ гальванометра.

ружныхъ концахъ по небольшому кольцу (въ 10 мм. во внутреннемъ діаметрѣ). Такое устройство изолятора, именно, употребленіе двухъ изолированныхъ штепселей, устранилъ возможность короткаго замыкания, уменьшилъ, кромѣ того, неравномѣрность провисанія проволоки. Испытанія съ этимъ изоляторомъ показали, что при чрезмѣрномъ провисаніи проволоки происходитъ только искривленіе изолятора (въ его широкой части), что не представляетъ никакого

вреда для нормальной работы линий. Значительное преимущество изолятора Гессе представляет также его незначительный вес (400 гр.) по сравнению съ



Фиг. 11.

шарообразным изолятором (600 гр.). Затѣмъ, отдельные части этого изолятора вполнѣ замѣнимы, что также является немаловажнымъ удобствомъ.



Фиг. 12.

Кромѣ того, обыкновенный изоляторъ (фиг. 12) можетъ быть употребленъ и въ тѣхъ специальныхъ случаяхъ, когда онъ долженъ имѣть на своемъ концѣ или боль-



Фиг. 13.

шую петлю (фиг. 13), вилку (фиг. 14) и т. п.; способъ подобного преобразованія изолятора вполнѣ наглядно показанъ на самыхъ фиг. 13 и 14. Наконецъ, путемъ



Фиг. 14.

замѣны одного изъ штепселей—двойной гайкой, обыкновенный изоляторъ обращается въ простѣйший приборъ для подтягивания ослабѣвшей проволоки (ф. 15).



Фиг. 15.

Вѣсъ такого прибора—650 гр. Описанный изоляторъ, несмотря на небольшие размѣры и вѣсъ, обладаетъ, тѣмъ не менѣе, значительной прочностью. Большая часть ихъ безъ вреда выдерживаетъ нагрузку до 2000 килограммъ, и всѣ безъ исключения—1000 килограммъ.

(E. T. Z., 1900).

**Къ вопросу о выключеніи многополюсныхъ машинъ и проводовъ.**—Въ большинствѣ случаевъ установки выключателей, соединеніе производятъ такимъ образомъ, что при размыканіи цѣпь выключаються не всѣ провода образующіе данную проводку; такъ, въ установкахъ трехфазного тока обыкновенно прерываются только два провода, а не всѣ три. Эта способъ включения прерывателей въ цѣль имѣеть то преимущество, что позволяетъ примѣнять болѣе простыя и дешевыя машины и аппараты и со-

отвѣтственно уменьшать число соединительныхъ проводовъ; такъ, для мостового крана, снабженного тремя двигателями трехфазного тока, необходимо, при условіи полнаго выключенія этихъ двигателей, 12 соединительныхъ проводовъ; если же выключаютъ только по два провода, то число проводовъ уменьшается до 10.

Со стороны безопасности, рассматриваемый вопросъ нѣсколько усложняется. Для того, чтобы тотъ или иной проводъ или машина были действительнѣ выключены изъ цѣпи, съ этой точки зренія не представляется достаточнымъ, чтобы въ проводѣ или машинѣ не было тока; необходимо, чтобы всѣ части съ отдаленіемъ выключателемъ отъ общей сѣти, не имѣли отличного отъ нуля потенциала, такъ, чтобы прикосновеніе къ нимъ было вполнѣ безвредно, а соединеніе съ землей не вызывало бы въ этихъ частяхъ никакого тока. Это основное положеніе становится важнѣе и важнѣе съ каждымъ годомъ, по мѣрѣ развития электротехники: въ интересахъ экономичности оказывается предпочтительнымъ передавать по проводамъ огромныя количества электрической энергии и при томъ непремѣнно подъ возможно болѣе высокими напряженіями; бѣ-вольтные установки отошли уже въ область преданій; 110-вольтные частью же замѣнены, а частью замѣняются еще 220-вольтными; но современные электротехники не останавливаются уже на этомъ напряженіи: установочный материалъ и нѣкоторыя машины строятся уже теперь съ такимъ расчетомъ, чтобы они оказались пригодными и для болѣе высокихъ напряженій, примѣрно до 500 вольтъ.

Примѣненіе подобныхъ напряженій, однако, представляеть нѣкоторыя затрудненія не только въ отношеніи надежной изоляціи частей проводовъ и машинъ, но также опасно въ физиологическомъ отношеніи, а потому необходимо требуетъ особаго охраненія какъ служебнаго персонала, такъ и всѣхъ вообще лицъ, могущихъ почему-либо прикоснуться къ проводящимъ частямъ машинъ, вспомогательнымъ аппаратамъ и къ неизолированнымъ проводамъ.

Изданный союзомъ германскихъ электротехниковъ правила предосторожности при пользованіи токами средняго напряженія содержать, между прочимъ, слѣдующее указаніе о включеніи и выключеніи машинъ и проводовъ (§ 17):

„Генераторы, электродвигатели, отдѣльно установленные группы лампъ и прочие приборы, потребляющіе электрическую энергию должны быть выключаемы такимъ образомъ, чтобы по выключеніи ни одна часть этихъ приборовъ не оставалась подъ напряженіемъ нулевого провода, или провода, соединенные съ землею, не должны быть совершенно выключаемы или же могутъ быть выключены послѣ или одновременно съ соответствующими имъ вѣнчими проводами той же цѣпи.“

Это правило не оставляетъ никакого сомнѣнія въ томъ, что за единственнымъ исключеніемъ—части приборовъ, по условіямъ работы требующихъ соединенія съ землей, — всѣ прочие приборы, служащіе для прерыванія тока, должны строить такимъ образомъ, чтобы при размыканіи тока выключались въ сѣ провода и въ сѣ полюса того или другого аппарата.

Въ особенности это правило слѣдуетъ имѣть въ виду при реостатахъ для пускания въ ходъ двигателей трехфазного тока, для реостатовъ, включенныхъ въ цѣль этихъ двигателей при перемѣнѣ направления движения ихъ, для максимальныхъ выключателей и т. п.; въ настоящее время эти приборы выключаются, по большей части, только двѣ фазы.

Изложенный вопросъ обсуждался, между прочимъ, въ образованной нынѣшнимъ лѣтомъ въ г. Кильѣ при союзѣ германскихъ электротехниковъ комиссіи по установленію правилъ предосторожности для электротехническихъ установокъ и решенъ именно въ указанномъ смыслѣ.

(E. T. Z. 1900).

## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТИЯ.

— Въ настоящее время, Комитетомъ Перваго Всероссійскаго Электротехническаго Съезда, бывшаго годъ тому назадъ (28 Дек. 99—7 Янв. 1900) возбуждены нижеслѣдующія ходатайства:

**I. Ходатайство объ изданіи законоположеній, ограждающихъ авторское право въ технику.**

Комитетъ Съезда ходатайствуетъ о дополненіи проекта статей объ авторскомъ правѣ на литературныя, музыкальныя и художественные произведенія, выработаннаго Комиссией по составленію нового гражданскаго уложенія,—слѣдующими статьями объ авторскомъ правѣ на техническія произведенія.

I. Авторское право принадлежитъ авторамъ такихъ техническихъ произведеній (чертежи, рисунки, планы, модели, пояснительные къ нимъ тексты и т. п.), которыя вообще требуютъ специальныхъ знаній, труда, материальныхъ затратъ, созданы авторомъ впервые въ той или иной формѣ или же впервые въ тѣхъ или иныхъ условіяхъ и объ охраненіи права на которыя авторомъ заявлено въ установленномъ порядкѣ.

II. Авторъ техническаго произведенія, въ удостовѣреніе принадлежащаго ему авторскаго права, долженъ означить на своемъ техническомъ произведеніи имя, фамилію, годъ изготовленія произведенія и предупредить о томъ что право на это произведенія онъ оставляетъ за собою.

III. Авторское право на техническія произведенія охраняется въ гражданскомъ порядке, если нарушение права не сопровождалось совершеніемъ такихъ дѣяній, которыя сами по себѣ предусмотрины уголовнымъ закономъ.

IV. Авторское право на техническія произведенія охраняется въ теченіи пяти лѣтъ съ момента заявленія автора о сохраненіи имъ за собою этого права. Право же на иски объ убыткахъ, причиненныхъ нарушеніемъ авторскаго права, погашается истечениемъ шестилѣтняго срока давности, считая съ момента заявленія автора о сохраненіи за собою этого права.

Ходатайство это возбуждено докладомъ гр. Шленбурга: Объ авторскомъ правѣ въ технику\*).

**2. Ходатайство объ изданіи законоположеній, облегчающихъ устройство передачъ электрической энергіи на разстояніе.**

Комитетъ Съезда ходатайствуетъ о нижеслѣдующемъ:

I. О представленіи частнымъ лицамъ и обществамъ права утилизировать водянную силу соизвѣщающихъ государственную собственность судоходныхъ и сплавныхъ рѣкъ, а также потоковъ, для электропередачъ силы въ общественное пользованіе, при условіи, чтобы устройство электропередачъ не ухудшало быта рѣки. Если нѣсколько лицъ заявятъ желаніе эксплуатировать одну и ту же водянную силу, то преимущественно должно быть предоставлено тому лицу, которое представило первый разработанный проектъ и условія утилизации и которое изъявить согласіе принять

къ исполненію изъ предложенныхъ конкурентами условій наиболѣе выгодныя для общественного пользованія силой.

Въ огражденіе серьезности предложенийъ, выборъ долженъ быть производимъ лишь между такими предложеніями, состоятельность которыхъ гарантируется разработанными въ предоставленномъ проектѣ подробными экономическими и финансющими соображеніями относительно осуществленія предпріятія.

II. О предоставленіи предпринимателямъ для утилизациіи водянной силы рѣкъ и потоковъ съ цѣлью электропередачи энергіи для общественнаго пользованія, согласно ст. 575 и слѣдующихъ статей тома X част. I сводъ законовъ:

а) права на принудительное отчужденіе земель въ необходимыхъ размѣрахъ для устройства гидротехническихъ и электротехническихъ сооруженій.

б) права на участіе въ пользованіи недвижимымъ имуществомъ (землею) для постановки линейныхъ столбовъ, поддерживающихъ провода.

III. О томъ, чтобы первыя предпріятія по электропередачѣ водянной силы для общественнаго пользованія въ теченіе первыхъ 10 лѣтъ со дня открытия дѣйствія предпріятія не облагались специальными сборами за отпускъ электрической энергіи въ мѣстахъ потребленія для техническихъ и промышленныхъ цѣлей; въ тѣхъ же пунктахъ, где уже существуетъ такие дополнительные сборы, чтобы послѣдніе не превышали специально для того установленныхъ нормъ.

IV. Объ освобожденіи предпринимателей отъ обязанности производить совмѣстно съ гидротехническими сооруженіями, служащими для электропередачи, еще другія сооруженія, имѣющія цѣлью улучшеніе быта рѣки, и о признаніи за предпринимателями права на полученіе отъ Правительства соответственнаго вознагражденія за улучшеніе быта рѣки, происходящее отъ гидротехническихъ сооруженій, возводимыхъ исключительно съ цѣлью утилизациіи водянной силы.

Ходатайство это вызвано докладомъ В. Ф. Добротворского: Электропередача силы пороговъ Волхова, Нарвы, Вуоксы въ Петербургъ. Оба эти ходатайства представлены, чрезъ Советъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, въ подлежащія Министерства, при чмъ подробно выяснены основанія сихъ ходатайствъ.

— Въ непродолжительномъ времени выйдутъ въ свѣтъ 2 и 3 томы (болѣе 50 печ. листовъ) Трудовъ Перваго Всероссійскаго Электротехническаго Съезда, содержащіе доклады по I отдѣлу Съезда и въ Соединенныхъ засѣданіяхъ (2 томъ), доклады по 2 и 3 отдѣлу Съезда (3 томъ). Редакція Трудовъ обращается съ покорнѣйшей просьбой ко всѣмъ иногороднимъ гг. членамъ Съезда сообщить свои адреса въ изображеніе недоразумѣній при разсыпкѣ въ случаѣ перемѣны адреса. Труды будутъ высланы по этимъ адресамъ съ наложеннымъ платежомъ за пересыпку. Адресъ: Редакція Трудовъ Перваго Всероссійскаго Электротехническаго Съезда. С.-Петербургъ. Екатерининский кан., д. 134, кв. 4.

\* См. Электричество. 1900 г. № 12—13, стр. 172.