

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

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

Докладъ инж.-техн. М. Н. Левицкаго*).

Заводы «Акціонернаго Общества, пр. Ламайеръ» чисто электромеханическіе: они изготовляютъ какъ исключительную специальность динамомашинъ, 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 матеріаловъ, изъ которыхъ они изготовляются, такъ специализирована, что большихъ новостей въ дѣлѣ построенія динамомашинъ ждать нельзя. Конструкція динамомашинъ постоянного тока, напримѣръ, уже отлилась теперь въ ту опредѣленную форму, которая можетъ считаться идеаломъ ея, а теоретическій коэффициентъ полезнаго 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 коэффициенту полезнаго дѣйствія динамомашинъ, конструктивныхъ деталяхъ ихъ, а также и грандіозности выставленныхъ экспонатовъ.

Изъ доставленныхъ на Парижскую Всемирную Выставку экспонатовъ фирмы «Акціонернаго Общества Электричества, пр. Ламайеръ и К^о» 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-

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

Такая комбинированная система трехфазнаго и постоянного тока была выработана Обществомъ Ламайера для оборудованія 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, служащій для освѣщенія города, или постоянный токъ, идущій на приведеніе въ движеніе трамваевъ.

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

Диаметръ цилиндра высокога давленія	86,5 см.
Диаметръ цилиндра низкаго давленія	135 см.
Ходъ поршней машины	110 см.
Диаметръ поршня воздушнаго насоса	67 см.
Ходъ поршня воздушнаго насоса	25 см.
Число оборот. машины	94
Давленіе пара въ котлѣ	10 клгр. на см. ² .
Моментъ инерціи маховика съ насаженными на немъ катушками	100000 клгр. м. ² .

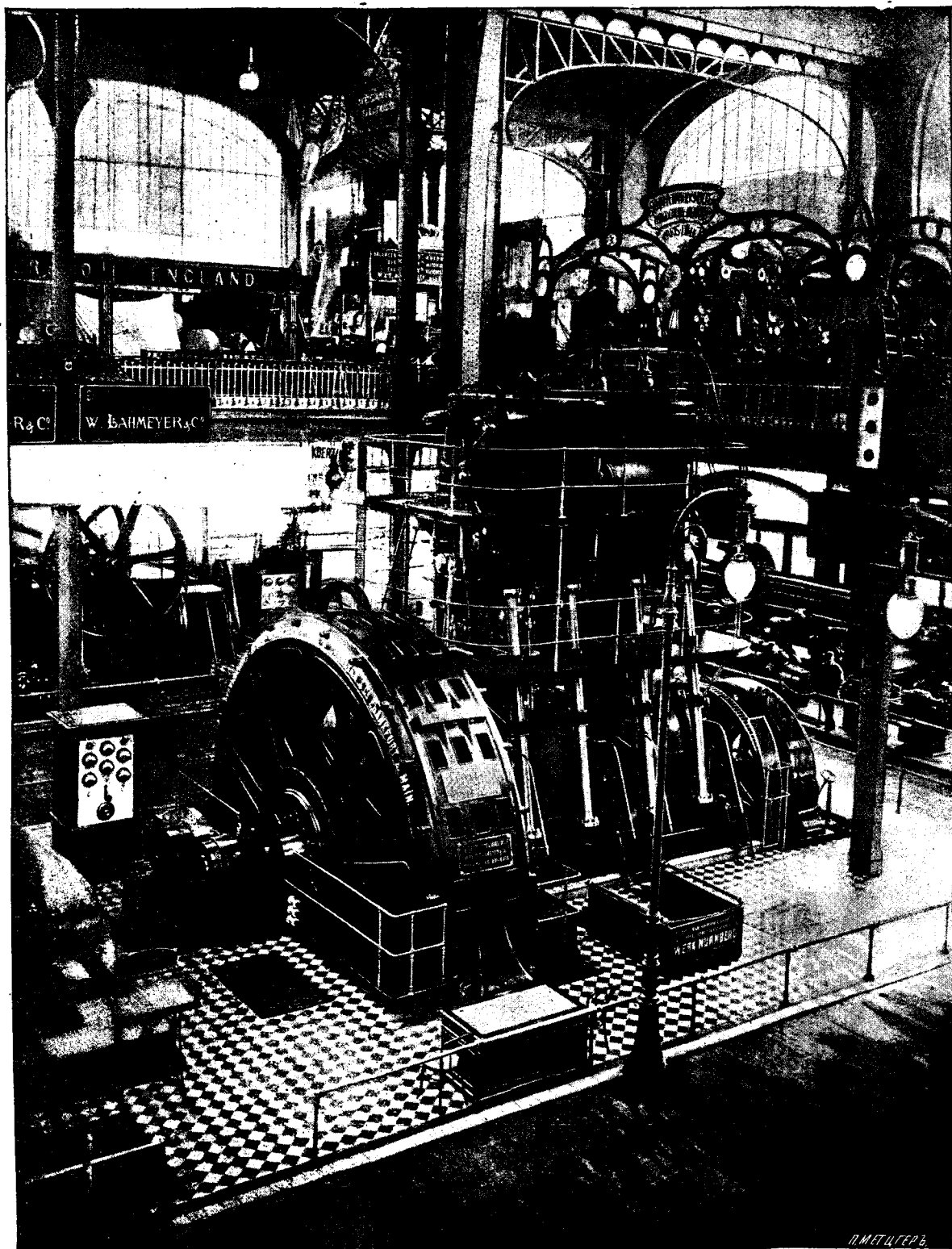
Машина имѣетъ специальное приспособленіе для весьма быстрой остановки въ случаѣ какой-либо порчи.

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

Разность потенциаловъ между фазами такого генератора равна 5000 вольтъ; якорь имѣетъ

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

звѣздообразную обмотку; такъ, что между нейтральной точкой обмотки якоря и его зажимами 115 амп.— Число перемѣнъ тока въ этомъ генераторѣ равно 100, число же оборотовъ, какъ



Фиг. 1.

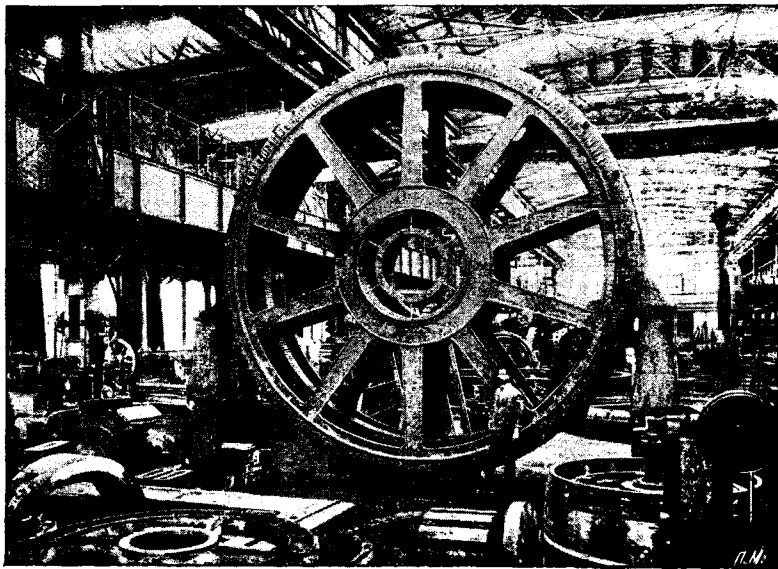
разность потенциалов равна приблизительно 2885 вольтъ. Сила же тока въ фазѣ равняется разности потенциалов—94. Это обуславливаетъ собою число оборотовъ—64. Это обуславливаетъ собою число перемѣнъ тока въ фазѣ—64.

Сердечникъ якоря генератора, сдѣланный изъ листового мягкаго желѣза, заключенъ въ кожухъ своеобразной формы, который дѣлаетъ внѣшній видъ генератора нѣсколько отличнымъ отъ общераспространеннаго. При первоначальномъ взглядѣ на него (фиг. 1) можно подумать, что ширина желѣзнаго сердечника якоря по сравненію съ его діаметромъ весьма значительна. Заключение такое было-бы однако ошибочнымъ, такъ какъ ширина кожуха явилась слѣдствіемъ 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

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

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

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



Фиг. 2.

изъ секцій каждой фазы якорной обмотки, напри-
мѣръ 6 витковъ ея, непосредственно примыкающая
къ нейтральной точкѣ, соединяется со всей осталь-
ной обмоткой не непосредственно, а через транс-
форматоръ, имѣющій коэффициентъ трансфор-
мации равный единицѣ: на схемѣ эта отдѣленная
секція обмотки каждой изъ фазъ обозначена
буквой Р; отъ этой секціи токъ входитъ въ пер-
вичную обмотку трансформатора и затѣмъ изъ
вторичной обмотки его, обладая той-же силой,
что и раньше, поступаетъ во всѣ остальные сек-
ціи обмотки якоря.

Мощность этого трансформатора должна быть
во столько разъ меньше таковой генератора, во
сколько количество отдѣленныхъ въ каждой фазѣ
витковъ обмотки якоря меньше полного количе-
ства витковъ въ фазѣ. Если теперь включить
вольтметръ такъ, какъ показано на схемѣ, т. е.
между отдѣленными секціями двухъ фазъ, то онъ
покажетъ напряжение пропорціонально меньше
дѣйствительнаго. Стало быть, при соответствующей
градуировкѣ, онъ и будетъ служить показателемъ
напряженія у зажимовъ машины, обла-

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

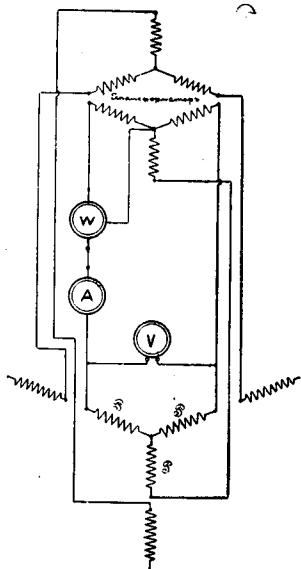
Якорь вмѣстѣ съ кожухомъ вѣситъ 54 тонны.
Ободъ его состоитъ изъ четырехъ кусковъ, соеди-
няющихся между собою фланцами. Внутренній
діаметръ кожуха равенъ 692 см. Нѣкоторое по-
нятіе о величинѣ этого якоря даетъ фиг. 2, на
которой изображенъ якорь, собираемый въ мастер-
скихъ общества Ламайера.

Обмотка якоря состоитъ изъ проволокъ, поло-
женныхъ 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 миканитовая трубочка безъ шва.

Обмотка якоря сдѣлана по извѣстному типу
звѣздообразнаго соединенія фазъ, причѣмъ на
каждую фазу противъ пары полюсовъ прихо-
дитъ по четыре пазы сердечника. Обмотка каждой
фазы имѣетъ по 32 отдѣльныхъ секціи, изъ ко-
торыхъ каждая занимаетъ по 4 пазы сердечника.
Каждая секція этой обмотки образована изъ вит-

дая вмѣстѣ съ тѣмъ напряженіемъ безопаснымъ. 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 коэффициентъ 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 конструированіемъ трансформатора можно однако низвести эту ошибку до величины меньшей 1%.

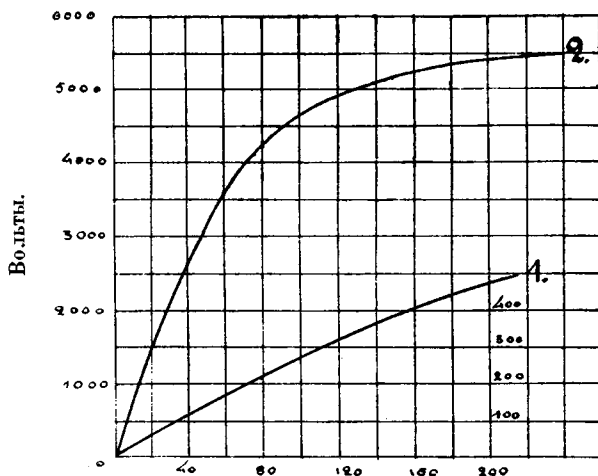
Подобный методъ включенія измѣрительныхъ приборовъ въ сѣти высокаго напряженія былъ впервые примененъ «Акц. Общ. Электр. Ламайеръ», при постройкѣ имъ электрической станціи въ г. Вислохѣ и съ тѣхъ поръ примѣняется этимъ обществомъ съ одинаковымъ успѣхомъ всюду, гдѣ приходится дѣлать установки съ токами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

Электромагниты насажены на тяжелый чугуный маховикъ, состоящій изъ четырехъ отдѣльныхъ секторовъ. Секторы эти соединены по ободу желѣзными стяжными кольцами, насаженными въ горячемъ состояніи и, кромѣ того, еще стянуты по ступицѣ желѣзными обручами, надѣтыми такимъ же способомъ. Сердечники электромагнитовъ сдѣланы изъ литой стали, а полюсные наконечники изъ кованаго 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 возбуждителя.

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



Амперы возбужденія.

Фиг. 4.

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

Сила возбуждающаго тока, при 5000 вольтъ и разомкнутой внѣшней 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 коэффициентъ полезнаго дѣйствія генератора, по опредѣленію экспертной комиссіи, оказался равнымъ 0,953.

Потери были таковы:

На джоулево тепло въ якорѣ	1,37%
На магнитныя потери въ якорѣ	2,22%
На джоулево тепло въ магнит.	1,38%

* Интересующіеся подробностями этого способа включенія измѣрительныхъ приборовъ въ сѣти высокаго напряженія, найдутъ ихъ въ Е. Т. Z. 1896 г. Н. 50 (см. „Электричество“, 1900 года, № 3—6, стр. 79).

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

Динамомашинa эта специально предназначалась для электрической тяги.

Чугунная станина ея состоитъ изъ двухъ половинъ, соединяющихся фланцами, а стальные сердечники электромагнитовъ привинчены къ ней двумя винтами.

Внѣшній діаметръ станины динамо имѣетъ 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 нагрѣваніи ихъ въ 60° Ц.

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

Сердечникъ якоря состоитъ 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 миканитовой трубкой.

Каждая отдѣльная секція обмотки передъ положеніемъ ея на мѣсто въ сердечникѣ загибается по особому шаблону, что даетъ возможность довести до минимума количество спаекъ въ цѣли 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 миканитомъ. Его діаметръ равенъ 200 см., а полезная ширина—около 15 см.

Щеткодержатели укрѣплены на одномъ общемъ держателѣ, отъ котораго они изолированы прокладками изъ амброина.

Угольные щетки размѣщены по три на каждомъ щеткодержателѣ.

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

Всѣ вполнѣ собраннаго якоря равенъ 12000 клгр.

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

При полной нагрузкѣ и продолжительной работѣ 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.

Козѣфриантъ полезнаго дѣйствія машины по измѣреніямъ оказался равнымъ 0,933. Потери распределялись 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 комиссіей за описанный генераторъ фирмѣ Ламайера была присуждена высшая награда „Grand Prix“.

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

Акціонерное Общество снабженія Лондона электричествомъ, „Charing Cross and City Electric Company, Limited“, приступило недавно къ постройкѣ новой центральной электрической станціи, мощностью въ 25000 лошадиныхъ силъ. Для участія въ конкурсѣ на постройку ея были допущены всѣ выдающіяся электрическія фирмы Англии, Германіи, Франціи, Швейцаріи, Бельгіи и Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки. Для сравнительной оцѣнки проектовъ, поданныхъ этими фирмами, Обществомъ была образована особая комиссія специалистовъ, которая, для ознакомленія со способами производства машинъ, посѣтила многіе большіе заводы Европы и Америки. Комиссія эта, ознакомившись съ постановкой дѣла на каждомъ изъ этихъ заводовъ, рассмотрѣла еще результаты экспертизы электрическихъ машинъ на Парижской Всемирной Выставкѣ. Послѣ столь обстоятельнаго обсужденія вопроса, подрядъ на оборудованіе станціи было рѣшено передать Акціонерному Обществу Электричества прежде В. Ламайеръ и К^о во Франкфуртѣ на Майнѣ.

Полученіе этимъ обществомъ постройки лондонской станціи интересно, какъ доказательство результатовъ, достигнутыхъ Германіей въ промышленной борьбѣ ея съ Англійей. Издѣлія германскихъ заводовъ стали конкурировать съ англійскими не только на внѣшнихъ рынкахъ, но и въ самой Англійи.

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 каждаго отдѣльнаго 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 работаль, почему въ настоящее время въ дѣлѣ электрическаго оборудованія заводовъ и фабрикъ онъ является однимъ изъ наиболѣе компетентныхъ.

Эту дѣятельность завода на выставкѣ достаточно полно представляло нѣсколько экспонированныхъ рабочихъ машинъ самаго разнообразнаго характера: такъ въ механическомъ отдѣлѣ экспонировались: электродвигатель, комбинированный со сверлильнымъ станкомъ для одновременнаго сверленія 9 дыръ и сложная передвижная молотилка, приводимая въ движеніе электродвигателемъ; въ отдѣлѣ химической технологии нѣсколько каландеровъ съ двигателями въ 4, 5, 7, 15 и 30 лошадиныхъ силъ, а также нѣсколько разнообразныхъ машинъ для обработки кожъ; въ отдѣлѣ горной промышленности электрической шахтенный насосъ съ электродвигателемъ трехфазнаго тока въ 75 лошадиныхъ 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 фотографическіе снимки съ заводовъ оборудованныхъ электричествомъ фирмою Ламайеръ. Между прочимъ, тамъ были представлены извѣстные заводы: Генчеля въ Касселѣ, Борзига, Ланца въ Мангеймѣ и много другихъ.

Особеннаго вниманія во всѣхъ этихъ устройствахъ заслуживаютъ краны, надъ примѣненіемъ къ которымъ электрической силы заводъ Ламайера поработаль особенно много.

Въ томъ-же отдѣлѣ выставки 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 энергіей были представлены: Висбаденъ, Шарлоттенбургъ, Эссенъ, Дортмундъ, Вислохъ и др.

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

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

большая изъ нихъ снабжаетъ электрической энергіей 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, гдѣ 800 лошадиныхъ силъ передаются къ нефтянымъ промысламъ на разстояніи 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, вліяющихъ на выборъ той или другой системы распределенія тока.

Какъ совершенно правильно отвѣтила Городск. жел. дорога въ Галле (Halle'sche Strassenbahn) и Больш. городск. жел. 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 линіи, положеніе центральной станціи, правила изданныя соответственными 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 выгодноѣе, было бы довольно опрометчиво (исключая, конечно, очень длинныхъ линій и съ большой нагрузкой).

Однакоже, вообще говоря, можно замѣтить, что, въ большинствѣ случаевъ, выгодноѣе дѣлать большія генераторныя станціи, могущія питать одновременно и городскую и пригородную сѣть. Въ самомъ дѣлѣ, одна станція представляетъ много выгоды, именно: меньшій резервъ, большія единицы, меньшій личный составъ, легкое наблюденіе. Съ другой стороны, для того, чтобы точно сказать, какая изъ системъ распределенія будетъ выгодноѣе, слѣдуетъ подробно изучить рядъ аналогичныхъ случаевъ примѣненія электрической энергіи для тяги, затѣмъ, разобрать избираемую систему, принимая во вниманіе каждый разъ стоимость первоначальнаго устройства, стоимость эксплуатаціи, внѣшній 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 трамвайномъ конгрессѣ въ Парижѣ. См. Bul. d. l. Société Belge d'Electriciens. T. XVII, Octobre, 1900.

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

Эти системы могутъ быть раздѣлены на три слѣдующихъ обширныхъ класса:

- а) Распредѣленія постояннымъ токомъ.
- б) Распредѣленія многофазнымъ токомъ.
- в) Распредѣленія совокупныя постояннымъ и многофазнымъ токами.

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

А. Распредѣленія постояннымъ токомъ.

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

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

Выгоды и удобства этого распредѣленія, въ примѣненіи къ данному случаю, нижеслѣдующія: одна генераторная станція, слѣдовательно, легкой надзоръ; небольшая стоимость рабочихъ рукъ; небольшой резервъ; большія единицы, незначительная стоимость полезнаго киловаттъ-часа, безопасность службы, удовлетворительный видъ линіи (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 распредѣленія сильно возрастаетъ съ увеличеніемъ разстоянія, значительныя потери энергіи, опасности электролиза и вліянія на другія провода (болѣе или менѣе значительныя затраты для избѣжанія этого), большая амортизація на распредѣленіе.

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

Какъ бы то ни было, при обыкновенныхъ условіяхъ, это распредѣленіе не можетъ быть рекомен-

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

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

Теоретически, пользуясь этой системой, можно, выбирая соответственнымъ образомъ расположеніе генераторныхъ станцій, удвоить, утроить и т. д. длину распредѣленія 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 амортизація на распредѣленіе. Но, съ другой стороны, большое количество генераторныхъ центровъ влечетъ за собой слѣдующія неудобства: болѣе значительная стоимость установокъ для полученія движущей силы, болѣе тяжелый надзоръ, большая стоимость рабочихъ рукъ, болѣе значительная стоимость полезнаго киловаттъ-часа, болѣе значительная амортизація на устройство станцій.

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

3. То же распредѣленіе, что и 1^о, но съ повысителями напряженія на станціи (служащими для возмѣщенія, въ нѣкоторой степени, потерь 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 распредѣленіи, при увеличеніи длины линіи.

Разсмотримъ городскую линію АВ длиной въ 3000 метровъ, простирающуюся отъ генераторной станціи, расположенной въ А, до конца города, въ В затѣмъ идетъ подгородная линія ВС, послѣдовательно увеличивающей 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 городъ—15 км., внѣ города—28 км.; двойной путь изъ рельсовъ въ 40 кгр.—внѣ города и одиночный въ 25 кгр.—въ городъ; сопротивленія тягъ 12 кгр.—въ городъ, и 10 кгр.—внѣ города; наибольшее паденіе напряженія допустимъ въ рельсахъ 2,5 вольтъ на км.—въ городъ, и 3,5 в.—внѣ города; если расчитать на каждый случай питательную сѣть и сѣть для возврата тока, то результаты можно представить нижеслѣдующей таблицей, въ которой цифры округлены:

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

16 км. отъ станціи, прибавленіе еще уравнивающей батареи можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ еще больше увеличить пространство дѣйствія станціи. Эта система имѣетъ слѣдующія выгоды: одна центральная станція, слѣдовательно, легкій надзоръ и незначительная стоимость рабочихъ рукъ; небольшой резервъ *), большія единицы. Кромѣ того, вѣсь мѣди для распредѣленія значительно уменьшенъ, внѣшній видъ линіи удовлетворителенъ, и могутъ быть избѣгнуты электролизъ и вліяніе на сосѣдніе провода; наконецъ, пользуясь повысителями напряженія, можно увеличить пространство дѣйствія станціи, не измѣняя единицы, что, въ извѣстныхъ случаяхъ, представляетъ цѣнное условіе. Неудобства этой системы слѣдующія: болѣе значительная стоимость, чѣмъ въ первомъ случаѣ, полезнаго киловатт-часа (вслѣдствіе повышенія 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 распредѣленіе многофазными токами съ подстанціями, оборудованными обратителями.

4. Трехпроводная система распредѣленія, при чемъ рельсъ служитъ 3-имъ проводомъ (550—500 в. на каждомъ проводѣ). Эта система позволяетъ значительно увеличить распредѣленіе по линіи (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 распредѣленіе примѣняется мало, такъ какъ оно требуетъ для хорошаго дѣйствія, чтобы всѣ провода были нагружены одинаково, условіе часто практически невыполнимое при эксплуатаціи трамваевъ въ одну колею, что наиболѣе часто встрѣчается въ подгородныхъ линіяхъ; устройство пересѣченій и стрѣлокъ, раздѣленіе линіи на участки и т. п. причиняютъ много затрудненій, вслѣдствіе различныхъ полярностей рабочихъ проводовъ; наконецъ, на центральной станціи, въ этомъ случаѣ, наибольшее усложненіе. Пользованіе уравнивающими батареями въ нѣкоторой степени уменьшаетъ неудобства, происходящія отъ неравномерной нагрузки трехъ проводовъ.

Съ другой стороны, выгоды этой системы слѣдующія: уменьшенный вѣсь мѣди въ распредѣленіи; одна центральная станція; возможность увеличенія пространства дѣйствія существующей станціи, безъ измѣненія единицы; возможность пользоваться установкой для питанія длинной сѣти съ дугowymi лампами, напримѣръ; небольшая стоимость полезнаго киловатт-часа; избѣжаніе опасности электролиза; значительное уменьшеніе опасности вреднаго вліянія; удовлетворительный внѣшній видъ линіи.

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

5. Распредѣленіе подъ высокимъ напряженіемъ съ подстанціями, понижающими напряженіе до 550—600 вольтъ.

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

и возможности поврежденій; кромѣ того, полезное дѣйствіе динамомашинны и электродвигателей постоянного тока немного ниже, чѣмъ у альтернаторовъ 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 переменномъ токѣ труднѣе поддерживать, чѣмъ при постоянномъ.

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

б. Послѣдовательное распредѣленіе (система Тюри).—Это распредѣленіе 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 состоитъ во включеніи въ одну цѣпь ряда послѣдовательно расположенныхъ генераторовъ, дающихъ постоянный токъ постоянной силы; этотъ токъ подводится къ ряду приемниковъ, соединенныхъ также послѣдовательно и пользующихся электрической энергіей подъ напряженіемъ, измѣняющимся въ зависимости отъ нагрузки. Какъ генераторы, такъ и приемники, снабжены чувствительными регуляторами, дѣйствующими на уголь наклоненія щетокъ и на магнитное поле, при чемъ эти приемники вращаютъ динамомашинны, дающія 550—600 вольтъ. Система очень часто пополняется добавленіемъ на станціяхъ пользуетъ уравнивающей батареи.

Выгоды этой системы слѣдующія: весьма уменьшенный вѣсь мѣди въ линіяхъ передачи, экономическая передача *); возможность включенія въ ту же цѣпь нѣсколькихъ разноудаленныхъ природныхъ источниковъ силы, точно также, какъ нѣскольکو одинаково удаленныхъ приемныхъ станцій могутъ служить для электрической тяги, или для освѣщенія, или же для распредѣленія энергіи. Какъ видно, эта система даетъ возможность пользоваться водяной силой, удаленной отъ рабочей линіи.

Съ спеціальной точки зрѣнія система эта позволяетъ уменьшить до желаемой степени потерю энергіи въ обратныхъ проводахъ (вслѣдствіе усложненія подстанціи, что представляетъ извѣстныя неудобства съ другой точки зрѣнія); наконецъ, дѣйствіе приемниковъ не зависитъ отъ потерь въ цѣпи и отъ мѣста ихъ включенія. Съ другой стороны, эта система имѣетъ общій недостатокъ всѣхъ системъ послѣдовательнаго распредѣленія,—(токъ долженъ проходить послѣдовательно всѣ генераторы и приемники установки, что подвергаетъ все распредѣленіе возможности неисправнаго дѣйствія, вслѣдствіе порчи машинъ или какихъ нибудь неисправностей въ линіи передачи энергіи). Приборы, автоматически выключающіе испорченный генераторъ или двигатель, уменьшаютъ въ нѣкоторой степени указанное неудобство, но это приспособленіе не можетъ разсматриваться, 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 пропорціонально силу тока, что практически невыполнимо, исключая случая одной подстанціи). Что касается стоимости полез-

*) Нѣтъ необходимости предусматривать резервъ для повысителей и понизителей напряженія, такъ какъ при несчастномъ случаѣ, прекратившемъ работу одной или нѣсколькихъ такихъ машинъ, движеніе по линіи не прервется до исправленія аваріи, а лишь на участкахъ, гдѣ напряженіе падетъ вслѣдствіе этого, вагоны будутъ ходить съ меньшей скоростью.

*) Включая послѣдовательно большое число генераторовъ, можно достигнуть большого напряженія (25000—40000 вольтъ) и слѣдовательно получить не дорогое распредѣленіе; необходимо при этомъ замѣтить, что послѣдовательное соединеніе нѣсколькихъ генераторовъ и приемниковъ постоянного тока не представляетъ никакихъ затрудненій, при альтернаторахъ 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 меньше значенія.

Въ общемъ, это распредѣленіе можетъ быть рекомендовано лишь въ случаѣ пользованія паденіемъ воды, удаленнымъ отъ сѣти; необходимо еще замѣтить, что оно, вообще говоря, плохо примѣняется къ обыкновеннымъ требованіямъ эксплуатаціи 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 движеніе. Если эти условія не соблюдены оба заразъ, то эта система не подходитъ; но при соблюденіи этихъ условий 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 вреднаго 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 энергіи и болѣе сильный износъ пути; тѣмъ меньшая безопасность эксплуатаціи, чѣмъ больше вагоновъ; опасность порчи вагоновъ и ихъ телѣжекъ кислотой; выдѣленія газа, неприятныя 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 линій, превосходящихъ 15—20 км. Предѣлы примѣненія зависятъ отъ разстоянія, на которомъ существуетъ распредѣленіе 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. Распредѣленіе переменными токами.

Какъ замѣчаетъ 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 большаго вѣса мѣди для проводниковъ и, наконецъ, полезное дѣйствіе однофазныхъ альтернаторовъ и трансформаторовъ меньше. Съ другой стороны, двухфазные двигатели требуютъ 4 проводниковъ для передачи энергіи и потому—не практичны.

Такимъ образомъ, остается рассматривать лишь трехфазные токи и трехфазные двигатели, обладающіе болѣе постояннымъ моментомъ вращенія. Всѣ разсужденія класса В 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:

а) Большой моментъ вращенія при пусканіи въ ходъ;

б) Высокое полезное дѣйствіе при большихъ нагрузкахъ;

в) Постоянная скорость, независимая отъ нагрузки (стало быть и на различныхъ уклонахъ пути).

д) Способность возстановлять часть энергіи, расходуемой на уклонахъ для тормажения*).

Какъ известно, 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 энергіей имѣющейся въ распоряженіи, регулировать скорость выше нормальной, что весьма не экономично при двигателяхъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ. Сдѣланные въ этомъ направленіи опыты не позволяютъ, однако же, сказать, чтобъ этотъ вопросъ былъ рѣшенъ практически.

Изъ этого всего слѣдуетъ, что двигатель постоянного тока болѣе удовлетворяетъ требованіямъ 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 большаго наблюденія, такъ какъ однимъ изъ главнѣйшихъ условий хорошей работы этихъ двигателей является небольшое междужелѣзное пространство; изнашивание на 1 мм. можетъ повести, вслѣдствіе тренія, къ дорожному ремонту. Междужелѣзное пространство въ двигателяхъ съ вращающимся магнитнымъ полемъ рѣдко превосходитъ 1½ мм., тогда какъ для двигателей постоянного тока оно доходитъ до 2½—3 мм.; изъ этого слѣдуетъ, что для многофазныхъ двигателей необходимо увеличивать длину подшипниковъ, вслѣдствіе чего происходитъ большее засореніе механизмовъ.

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

Разсмотримъ теперь различныя системы, на которыя можетъ быть подраздѣленъ классъ В.

а) Системы, въ которыхъ вагонные электродвигатели питаются непосредственно подъ напряженіемъ распредѣлительныхъ 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 распредѣлительной сѣти.

Этотъ родъ распредѣленія мало примѣняется до

тели представляютъ интересъ съ точки зрѣнія 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 пропорціоналенъ корню квадратному изъ напряженія.

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

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

*) Синхронные двигатели, не берущіе съ мѣста подъ нагрузкой, не рассматриваются. Лишь асинхронные двигатели рассматриваются, соединенія между щетками.

сихъ поръ для трамваевъ, что объясняется слѣдующими причинами:

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

(При чемъ при трехфазномъ токъ необходимо имѣть не меньше двухъ воздушныхъ проводовъ различнаго знака).

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

б) Воздушныя устройства уже достаточно сложныя при постоянномъ токъ (обыкновенная троллейная система), съ эстетической точки зрѣнія 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 третьимъ проводомъ, подвѣшивается для этой цѣли специальный воздушный проводъ. Всѣ принадлежности для высокихъ напряженій нѣжнѣе и стоятъ дороже; но, съ другой стороны, если не пользоваться высокимъ напряженіемъ, пропадаютъ экономическія выгоды системы; наконецъ, достойно замѣчанія, что при многофазныхъ токахъ нельзя принимать такія же большія потери въ цѣпи, какъ при постоянномъ токъ, въ виду того, что, какъ уже было сказано, измѣненія напряженія имѣютъ большое вліяніе на регулировку двигателей.

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

δ) Явленія индукціи и вообще вредное вліяніе на сосѣднія телефонныя и телеграфныя линіи, вносяція разстройство въ ихъ дѣйствіе, принимаютъ при многофазныхъ токахъ большіе размѣры. Съ этой точки зрѣнія рассматриваемая система не терпима внутри городовъ.

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

ζ) Сообразно съ вышесказаннымъ, двигатели съ вращающимся магнитнымъ полемъ, съ точки зрѣнія примѣненія къ тягѣ, менѣе выгодны, чѣмъ двигатели постоянного тока.

η) 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 имѣетъ слѣдующія выгоды.

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

б) При употребленія ея не имѣетъ мѣста электролизъ. Преимущество не важное, принимая во вниманіе, что, по другимъ причинамъ, система примѣняется лишь внѣ городовъ.

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

δ) При этой системѣ имѣется одна центральная

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

Въ общемъ, система эта подходитъ къ мѣстностямъ, гдѣ 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 пользованіемъ 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 меньше, вслѣдствіе двойного трансформированія тока *).

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

С. Распределенія совокупныя постояннымъ и многофазными 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 вступленіемъ тока въ двигатели трансформаторовъ или во вращающіеся обратители подстанцій.

Выгоды системъ класса С слѣдующія:

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

б) Онѣ позволяютъ точно также сохранить всѣ принадлежности рабочей линіи, слѣдствіемъ чего является удовлетворительный внѣшній видъ устройства и избѣжаніе причинъ разстройства, о которыхъ говорилосъ выше, какъ въ эксплуатаціи, такъ и въ телефонныхъ и телеграфныхъ сѣтяхъ; отсутствіе опасности для служащихъ и для публики; наконецъ, возможность употребленія уравнивательныхъ батарей, улучшающихъ условія распределенія.

Съ другой стороны, полезное дѣйствіе этихъ системъ меньше, чѣмъ системъ, гдѣ трехфазнымъ токомъ пользуются непосредственно, вслѣдствіе трансформированія многофазнаго тока въ постоянный. Вѣсь мѣди проводниковъ, питающихъ рабочую линію, становится большимъ, вслѣдствіе относительно низкаго напряженія, наконецъ, трансформаторныя подстанціи съ генераторами постоянного тока, точно также какъ и съ вращающимися обратителями, требуютъ надзора, содержаніе коего увеличиваетъ стои-

*). Слѣдуетъ указывать, что, какъ показали опыты въ Германіи, эти затрудненія не являются непреодолимыми. Эти опыты проваодились съ напряженіемъ отъ 2000 до 10000 вольтъ въ рабочемъ проводѣ. Вологодская областная университетская библиотека

*). Это неудобство можетъ быть избѣгнуто употребленіемъ генераторовъ высокаго напряженія, чѣмъ уничтожается одно трансформированіе

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

Эти невыгоды, однако-же, уравниваются въ большой мѣрѣ небольшою стоимостью первоначальнаго устройства высокаго напряжения и выгодами пользования 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 пользования ихъ двигателями и принадлежностями.

Все сказанное выше относительно одинаково какъ къ группѣ *a*, такъ и къ группѣ *b*, при чемъ эта послѣдняя имѣетъ нѣсколько меньшее полезное дѣйствіе (по сравненію съ системой непосредственнаго пользования трехфазнымъ токомъ), вслѣдствіе дополнительнаго двойного трансформирования 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 *C* слѣдуетъ различать:

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

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

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

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

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

Здѣсь интересно привести данныя, сообщенныя главнымъ французскимъ обществомъ трамваевъ относительно полезнаго дѣйствія различныхъ системъ и приборъ этого класса.

Трехфазный генераторъ низкаго напряжения, большой мощности	95,5
Трехфазный генераторъ высокаго напряжения	95
Трансформаторъ, поднимающій напряжение, большой мощности	95,7
Генераторъ постоянного тока высокаго напряжения	92,0

*) Какъ и выше, это неудобство можетъ быть избѣгнуто употребленіемъ генераторовъ высокаго напряжения, чѣмъ уничтожается одно изъ трансформированій неподвижными трансформаторами; необходимо еще замѣтить, что рассмотрѣнное полезнаго дѣйствія имѣетъ иногда второстепенную важность, когда дѣло идетъ о пользованіи водяными природными источниками силы, такъ какъ куб. метръ отвѣденной воды стоитъ почти одно и то же, будетъ-ли онъ использованъ или нѣтъ.

Двигатели постоянного тока высокаго напряжения	90,0
Трансформаторъ — понижающій напряжение	97,0
Синхронный двигатель высокаго напряжения	95,0
Синхронный двигатель низкаго напряжения	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.	

Названіе системы.	Коеф. полезн. дѣйствія.
Обыкновенная система передачъ постояннымъ токомъ	69,3
1	74,9
2	71,0
3	72,6
4	76,2
5	77,7

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

Изъ этой таблицы слѣдуетъ, что распределеніе многофазными токами или смѣшанное (классъ *B* и *C*), представляютъ тѣмъ больше выгодъ, чѣмъ длиннѣе линіи (или чѣмъ неудобнѣе расположена центральная станція) и чѣмъ гуще движеніе. (Табл. см. стр. 60).

Заключенія.

Какъ было указано въ началѣ доклада, невозможно, при общности поставленнаго 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 уравнивающей батареей или безъ оной.

2. Когда линія простирается, при тѣхъ же условіяхъ, на 15—16 км. отъ станціи, то распределеніе постояннымъ токомъ съ одной центральной станціи, съ повысителями, а иногда и понизителями напряжения и уравнивающими 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

*) Специальныя изслѣдованія докладчика, предпринятія имъ въ виду устройства ряда значительныхъ распределеній привели его къ тѣмъ же заключеніямъ.

СИСТЕМЫ.	Электрическая часть центральной станции.	Мѣдь въ работѣ и питаельныхъ водахъ.	Трансформаторы.	Трансформаторы подстанцій.	Передача на разстояніи.	Общая стоимость.	Процентъ и погашеніе, машина 10%, мѣдь 6%.	Вознагражденіе служащихъ на станціяхъ, въ годѣ.	Процентъ погашенія и вознагражденія служащихъ въ годѣ.	ПРИМѢЧАНІЯ.
Центральная станція въ срединѣ линіи.										Въ виду того, что графа полезнаго дѣйствія была вычислена на основаніяхъ, отличныхъ отъ основаній предыдущей таблицы, — она пропущена; точно также отличны отъ вышеприведенной таблицы и основанія расчета проводовъ, но графа эта оставлена, въ виду того, что несмотря на это, данныя таблицы сохраняютъ свое относительное значеніе для разсматриваемыхъ случаевъ и предположеній.
Токъ постоянный	70000	45000	—	—	—	115000	9700	3600	13300	
Токъ многофазный	70000	41000	24000	—	—	135000	11860	3600	15470	
Центральная станція въ концѣ линіи.										
Токъ постоянный	70000	180000	—	—	—	250000	17800	3600	21400	
Токъ многофазный	70000	44000	24000	—	—	138000	11040	3600	15640	
Центральная станція въ 10 км. отъ средней линіи.										
Передача многофазнымъ токомъ, трансформированіе въ постоянный, подстанція въ срединѣ линіи	10000	28000	—	80000	10000	213000	20280	7200	27480	
Передача и питаніе линій многофазнымъ токомъ .	70000	41000	24000	—	25000	160000	13370	5400	18770	

многофазными токами съ трансформаторными подстанціями постоянного тока, питающими рабочую линію, представляющее тѣ же выгоды, съ точки зрѣнія пользованія паденіями воды, подходит болѣе, когда движеніе густое и перемѣнное, поѣзда тяжелые и линія длинная (20—30 клм.).

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

ОБЗОРЪ.

Опредѣленіе мощности, въ цѣпи переменнаго тока съ помощью вольтметра и амперметра, по методу Э. Рейца. — Если мощность тока, которую должно опредѣлить, настолько мала, что примѣненіе вольтметра не даетъ надежныхъ результатовъ, или если послѣдняго нѣтъ въ распоряженіи экспериментатора, то вмѣстѣ метода трехъ амперметровъ можетъ быть съ успѣхомъ примѣненъ 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.

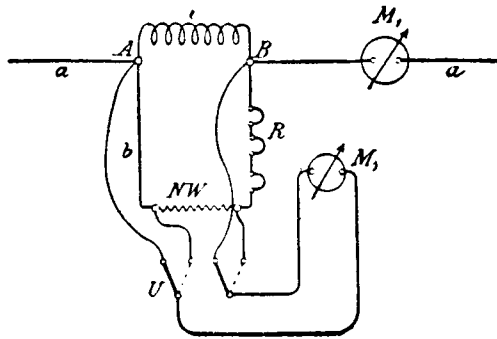
Пусть нужно измѣрить мощность тока, потребляемую между точками *A* и *B* провода (фиг. 5). Обозначимъ напряженіе точками черезъ *e*, силу тока въ главномъ проводѣ при отсутствіи отвлѣтленія *i*, при отвлѣтленіи *a*, и въ самомъ отвлѣтленіи *b*. Пусть *M*₁, есть амперметръ, *M*₂—вольтметръ, а *NW*—величина сопротивленія, къ концамъ котораго присоединяются провода отъ вольтметра *M*₂, чтобы такимъ образомъ по отчету вольтметра и величинѣ сопротивленія опредѣлить силу тока въ цѣпи *b*. — Мощ-

ность, потребляемая приборами, включеннымъ между *A* и *B* (на фиг. 5—реактивная катушка) равняется:

$$E = ei \cos \eta, \dots \dots (1)$$

гдѣ η есть величина сдвига фазъ между *i* и *e*.

При присоединеніи къ точкамъ, *A* и *B*, параллельно неиндуктивного сопротивленія, и при посто-



Фиг. 5.

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

$$a^2 = b^2 + i^2 + 2b i \cos \eta, \dots \dots (2)$$

графически представлено на фиг. 6.

Чтобы опредѣлить *i*, измѣняютъ, съ помощью релстата *R*, сопротивленіе отвлѣтленія, напряженіе между *A* и *B* 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.

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

Изъ равенствъ (2) и (3) слѣдуетъ:

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

Подставив полученную величину i в равенство (2) или (3), определим затѣмъ и $\cos \varphi$.

Величины силы тока: a, a_1, b, b_1 , легко определяются по показаніямъ амперметра M , и вольтметра M_2 . Измѣривъ величину напряженія между A и B , 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.

Коэффициентъ самоиндукціи L изслѣдуемой реактивной катушки (Фиг. 5) и сопротивление ея ρ опредѣляется равенствами:

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

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

гдѣ w число перемѣнъ тока въ 2π секундъ

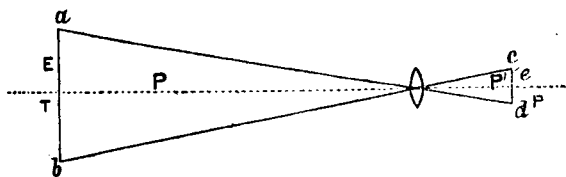
Этотъ методъ можетъ быть съ успѣхомъ примененъ и въ томъ случаѣ когда токъ между A и B не можетъ быть прерванъ, или когда введеніе измѣрительнаго прибора въ цѣпь неудобно (при электродвигателяхъ); напр., если M_1 — также вольтметръ, то его должно помѣстить въ отвѣтвленіе цѣпи, приключивъ къ неиндуктивному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

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

(Е. Т. З., 1900).

Фотографическій способъ опредѣленія скорости автомобилей.—Scientific American сообщаетъ, что множество арестовъ, произведенныхъ за послѣднее время въ Парижѣ за слишкомъ быструю ѣзду автомобилей, заставили обратить вниманіе на необходимость точнаго способа опредѣленія скорости экипажей, во избѣжаніе произвола полиціи. Деламаръ предложилъ слѣдующій фотографическій методъ; если обозначить черезъ l пространство пройденное движущемся 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 чечевицей, перемѣстится на величину $cd=l$.

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

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

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

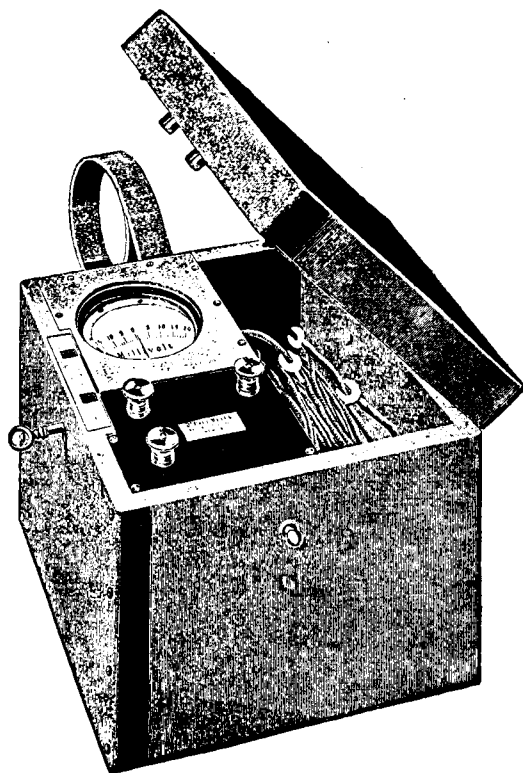
$$E = e_1 \frac{T-f_1}{f_1}$$

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

$$E = (f-f_1) \frac{ee_1}{ef_1 - e_1f}$$

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

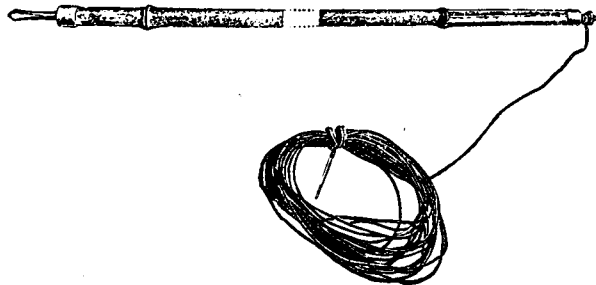
Приборъ для измѣренія сопротивления рельсовыхъ стыковъ.—Испытаніе рельсовыхъ стыковъ на электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ можно производить двояко: или пользуясь паде-



Фиг. 8.

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

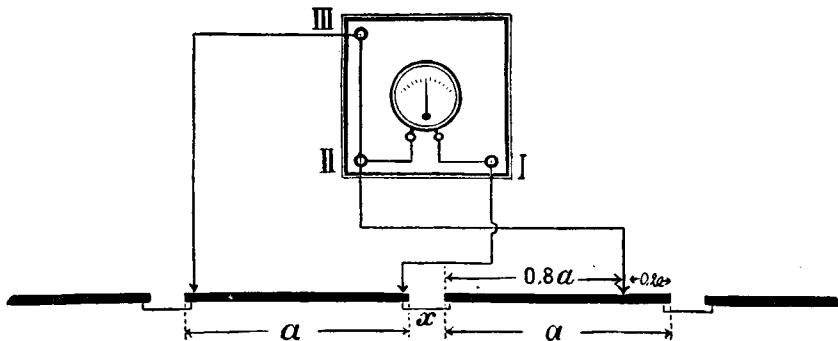
конечно, рельсы должны быть выключены из общей цепи тока. Пользование батареей представляет, однако некоторые неудобства: так как сопротивление рельса и стыка вообще не велико, и так как для точности измерений прочие сопротивления измерительной цепи должны быть величинами того же порядка, то сопротивление обмотки амперметра должно быть незначительно. Вследствие этого, однако, ток в измерительной цепи будет обладать относительно большой силой, что весьма вредно отзовется на постоянстве напряжения и на продолжительности службы сухих элементов, обыкновенно служащих для указанной цели, между тем как



Фиг. 9.

деления шкалы амперметра предполагают определенную и постоянную разность потенциалов; отсюда возникает опасность впасть, при производствѣ измерений, въ болѣе или менѣе грубую ошибку. Поэтому оказывается гораздо болѣе предпочтительнымъ, при измереніи сопротивления стыковъ, пользоваться методомъ приведения къ нулю, который даетъ показанія, не зависящія отъ напряжения и силы тока батареи. Кроме того, желательно пользоваться именно токомъ, проходящимъ по рельсамъ, для того, чтобы испытать рельсовые стыки въ действительныхъ условияхъ повседневной работы.

Для этой цели инж. К. Вальтеръ предлагаетъ построенный имъ приборъ, который представляетъ собою кубическій ящикъ (фиг. 8) изъ полированного орѣха, по 25 см. въ каждомъ ребрѣ, содержащій чувствительный гальванометръ, построенный по принципу Дебре-д'Арсоноваля. Шкала этого гальвано-



Фиг. 10.

метра имѣть нуль по серединѣ и раздѣлена на милливольты. Остальная часть ящика служитъ для помѣщенія шнуровъ, соединяющихъ гальванометръ съ рельсами. При этомъ приборъ имѣется еще три бамбуковыя палки длиной 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 присоединяется шнуръ отъ гальванометра.

Для испытанія сопротивления стыка x (фиг. 10) между двумя рельсами 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 рельса a (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 разстоянн $0,2$ его длины отъ него (обыкновенно, сопротивление нормального стыка представляетъ $0,3$ сопротивления цѣлага рельса). Если стыкъ x устроенъ хорошо, то стрѣлка гальванометра остается на нуль шкалы; чѣмъ значительнѣе отклоненіе ея, тѣмъ, слѣдовательно, больше сопротивление 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 сопротивления стыка. Для хорошихъ стыковъ это разстояніе представляетъ около $0,2$ длины рельса.

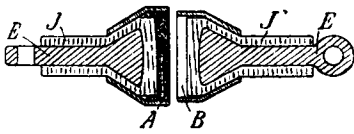
Какъ видно изъ схемы фиг. 10, включеніе гальванометра въ цепь производится по методу мостика Витстона, при чемъ зажимы II и III соединены между собой. Приборъ К. Вальтера, какъ указано выше, предназначается для испытанія стыковъ во время работы линнн, при чемъ проходящій по рельсамъ токъ исключаетъ надобность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

(F. 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 желѣза, покрытые изолирующей массой I , заключены въ стальную коробку, состоящую изъ двухъ свинчивающихся частей A и B ; штепсели имѣютъ на на-

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

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



Фиг. 11.

шарообразнымъ изоляторомъ (600 гр.). Затѣмъ, отдѣльные части этого изолятора вполне 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 подобнаго преобразования изолятора вполне наглядно показанъ на самыхъ фиг. 13 и 14. Наконецъ, путемъ



Фиг. 14.

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



Фиг. 15.

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

(Е. Т. З., 1900).

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

отвѣтственно уменьшать число соединительныхъ проводовъ; такъ, для мостового крана, снабженнаго тремя двигателями трехфазнаго 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, разсматриваемый вопросъ нѣсколько усложняется. Для того, чтобы тотъ или иной проводъ или машина были дѣйствительно выключены изъ цѣпи, съ этой точки зрѣнія не представляется достаточнымъ, чтобы въ проводѣ или машинѣ не было тока; необходимо, чтобы всѣ части ея отдѣляемыя выключателемъ отъ общей сѣти, не имѣли отличнаго отъ нуля потенциала, такъ, чтобы прикосновеніе къ нимъ было вполне 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 развитія электротехники; въ интересахъ экономичности оказывается предпочтительнымъ передавать по проводамъ огромныя количества электрической энергіи и при томъ непремѣнно подъ возможно болѣе высокимъ напряженіемъ; 65-вольтныя установки отошли уже въ область преданій; 110-вольтныя частью уже замѣнены, а частью замѣняются еще 220-вольтными; но современные электротехники не останавливаются уже на этомъ напряженіи: установочный матеріалъ 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, представляетъ нѣкоторыя затрудненія не только въ отношеніи надежной изоляціи частей проводовъ и машинъ, но также опасно въ физиологическомъ отношеніи какъ служебнаго персонала, такъ и всѣхъ вообще лицъ, могущихъ почему-либо прикоснуться къ проводящимъ частямъ машинъ, вспомогательнымъ аппаратамъ и къ неизолированнымъ проводамъ.

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

„Генераторы, электродвигатели, отдѣльно установленныя группы лампъ и прочіе приборы, потребляющіе электрическую энергію 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 внѣшними 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 прочіе приборы, служащіе для прерыванія тока, должны строитъ такимъ образомъ, чтобы при размыканіи тока выключались всѣ провода и всѣ полюса того или другого аппарата.

Въ особенности это правило слѣдуетъ имѣть въ виду при реостатахъ для пусканія въ ходъ двигателей трехфазнаго тока, для реостатовъ, включенныхъ въ цѣпь этихъ двигателей при перемѣнѣ направленія движенія ихъ, для максимальныхъ выключателей и т. п.; въ настоящее время эти приборы выключаютъ, по большей части, только двѣ фазы.

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

(Е. Т. З. 1900).

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

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

1. Ходатайство объ изданіи законоположеній, ограждающихъ авторское право въ технику.

Комитетъ Съѣзда ходатайствуетъ о дополненіи проекта статей объ авторскомъ правѣ на литературныя, музыкальныя и художественныя произведенія, выработаннаго Комиссіей по составленію новаго гражданскаго уложенія,—слѣдующими статьями объ авторскомъ правѣ на техническія произведенія.

I. Авторское право принадлежитъ авторамъ такихъ техническихъ произведеній (чертежи, рисунки, планы, модели, пояснительныя къ нимъ тексты и т. п.), которыя вообще требуютъ специальныхъ знаній, труда, матеріальныхъ затратъ, созданныхъ 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 удовольствіе 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 порядкѣ, если нарушеніе права не сопровождалось совершеніемъ такихъ дѣяній, которыя сами по себѣ предусматриваются 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 истеченіемъ шестилѣтняго срока давности, считая съ момента заявленія автора о сохраненіи за собою этого права.

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

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

Комитетъ Съѣзда ходатайствуетъ о нижеслѣдующемъ:

I. О предоставленіи частнымъ лицамъ и обществамъ права утилизировать водяную силу составляющихъ государственную собственность суходонныхъ и сплавныхъ рѣкъ, а также потоковъ, для электропередачъ силы въ общественное пользование, при условіи, чтобы устройство электропередачъ не ухудшало быта рѣки. Если нѣсколько лицъ заявятъ желаніе эксплуатировать одну и ту же водяную силу, то преимущественно должно быть предоставлено тому лицу, которое представило первый разработанный проектъ и условія утилизаціи и которое изъявитъ согласіе принять

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

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

II. О предоставленіи предпринимателямъ для утилизаціи водяной 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 сооружений.

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

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

IV. Объ освобожденіи предпринимателей отъ обязанности производить совмѣстно съ гидротехническими сооружениями, служащими для электропередачи, еще другія сооружения, имѣющія цѣлью улучшеніе быта рѣки, и о признаніи за предпринимателями права на полученіе отъ Правительства соотвѣтственнаго вознагражденія за улучшеніе быта рѣки, происходящее отъ гидротехническихъ сооружений, возводимыхъ исключительно съ цѣлью утилизаціи водяной силы.

Ходатайство это вызвано докладомъ В. Ф. Добровольскаго: *Электропередачи силы пороховъ Волхова, Нарвы, Вуоксы въ Петербургъ*. Оба эти ходатайства представлены, чрезъ Совѣтъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, въ подлежащія Министерства, при чемъ подробно выяснены основанія сихъ ходатайствъ.

— Въ непродолжительномъ времени выйдутъ въ свѣтъ 2 и 3 томы (болѣе 50 печ. листовъ) *Трудовъ Перваго Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда, содержащіе доклады по I отдѣлу Съѣзда и въ Соединенныхъ засѣданіяхъ (2 томъ), доклады по 2 и 3 отдѣлу Съѣзда (3 томъ). Редакція Трудовъ обрацается съ покорнѣйшей просьбой ко всѣмъ многогороднымъ гг. членамъ Съѣзда сообщить свои адреса въ избѣжаніе недоразумѣній при разсылкѣ, въ случаѣ перемѣны адреса. Труды будутъ высланы по этимъ адресамъ съ наложеннымъ платежомъ за пересылку. Адресъ: Редакція Трудовъ Перваго Всероссийскаго Электротехническаго Съѣзда. С.-Петербургъ. Екатерининскій кан., д. 134, кв. 4.*

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