

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Отъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

## О подпискѣ на памятникъ барону Шиллингу фонъ Канштадту.

Съ Высочайшаго соизволенія Императорскимъ Русскимъ Техническимъ Обществомъ открытъ сборъ пожертвованій на постановку памятника первому изобрѣтателю электромагнитнаго телеграфа русскому ученому, барону Шиллингу фонъ Канштадту.

Было бы весьма желательно, чтобы успешный сборъ далъ возможность въ ближайшемъ будущемъ осуществить сооруженіе намѣченнаго памятника. Сборъ пожертвованій принимается въ Канцеляріи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества (Спб. Пантелеймоновская, 2) и въ редакціи журнала „Электричество“.

## Матеріалы по исторіи работъ русскихъ въ области электротехники \*).

Объ изобрѣтенному Н. М. Семеновымъ способѣ мѣстнаго отжига такъ называемыхъ „гарвеированныхъ“ броневыхъ плитъ.

Прежде всего я напомню, что «гарвеированная» броневыя плиты—это плиты, «изготовленная изъ никелевой стали... у которыхъ лицевая сторона, обращенная къ непріятелю, обладаетъ чрезвычайно твердою поверхностью\*\*), благодаря обработкѣ по способу, «изобрѣтенному американ-

цемъ Гарвеемъ» и состоящему въ существенныхъ чертахъ въ обогащенніи лицевой поверхности плиты, углеродомъ—при помощи того или другого подходящаго пріема—и послѣдующей закалки. «Цѣль устройства такихъ плитъ заключается въ томъ, чтобы при ударѣ снарядовъ въ броню судна прежде всего испортить вершину снаряда». Послѣ гарвеирования плиты становятся столь твердыми на лицевой поверхности, что послѣднюю не могутъ ужъ брать „никакіе стальные инструменты“ и это, разумѣется, является крайне неудобнымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда потребуется сдѣлать въ плитахъ какія-либо отверстія, вырѣзы, и поэтому, напр., «приходилось просить иностранные заводы, изготавляющіе намъ броню, оставлять незакаленными тѣ мѣста, где нужно сверлить отверстія; точно указывать эти мѣста и размѣры ихъ, что не всегда было возможно и легко сдѣлать». По этому въ высшей степени важно имѣть способъ, который бы позволялъ отжечь и тѣмъ размягчить ту часть поверхности гарвеированной плиты, где требуется сдѣлать отверстіе или вырѣзъ. Мало того, „мѣстное отжиганіе плитъ послѣ закалки бываетъ необходимымъ и при самомъ изготавленіи плитъ на заводѣ; такъ, оказывается, амбразурныя отверстія въ плитахъ слѣдуетъ дѣлать послѣ закалки и, слѣдовательно, требуется какой-либо пріемъ для отжига“; если же дѣлать эти отверстія до закалки, то легко можетъ случиться, что во время операции закалки плита „лопнетъ въ узкихъ перехватахъ или же ее столь сильно покоробитъ, что она не можетъ идти въ дѣло“.

Есть свѣдѣнія, пишетъ далѣе г. Золотухинъ, что «на Южно-Вифлеемскомъ заводѣ (въ Америкѣ) для отжига гарвеированныхъ плитъ пользуются нефтянымъ пламенемъ; у Круппа примѣняютъ газовый способъ нагреванія плиты; на заводѣ же Карнеги (также въ Америкѣ) и Кеммеля въ Англіи, съ успѣхомъ примѣняется обстоятельно разработанный электрическій способъ американца Лемпа (Lemp)».

Способъ этотъ состоитъ въ существенныхъ чертахъ въ слѣдующемъ: на подлежащее отжигу мѣсто ставятъ два мѣдные электрода, вводящіе и выводящіе перемѣнныій токъ приблизительно въ 10000 амперъ и 3 вольта—получаемый при помощи трансформатора изъ перемѣннаго тока

\*) См. Электричество, 1901 г., № 20, стр. 281.

\*\*) См. статью С. Х. Золотухина въ „Электротехническомъ Вѣстникѣ“ 1897 г., № 40. Изъ этой же статьи заимствованы и слѣдующая областная универсальная научно-техническая библиотека им. А. С. Пушкина

въ 100 амперъ и 300 вольтъ, источникомъ кото-  
рого служить особый альтернаторъ. Мѣдные электроды представляютъ полые закругленные на концахъ стержни, внутри которыхъ циркулируетъ для охлажденія вода. Вблизи электродовъ токъ въ илитъ имѣть огромную плотность и потому соответственные участки плиты нагреваются настолько сильно, что закалка исчезаетъ. «Опыты, однако, показали, что при внезапномъ прекращеніи нагревающаго тока, жаръ быстро отнимается окружающей массой металла, что причиняетъ нагревающему мѣсту охлажденіе, подобное тому, какъ бы въ действительности оно было погружено въ холодную воду. Чтобы избѣгнуть подобной новой закалки производится постепенное охлажденіе этого мѣста, что достигается медленнымъ ослабленіемъ и затѣмъ прекращеніемъ нагревающаго тока».

Въ случаѣ, если отъ одного альтернатора дѣйствуетъ одновременно несколько отжигателей, то между альтернаторомъ и каждымъ отжигателемъ вводится самоиндукціонная катушка, «устроенная такимъ образомъ, что она сама автоматически уменьшаетъ силу тока и, слѣдовательно, не требуется для этой цѣли опытный рабочій. Это достигается подниманіемъ изъ катушки, въ ручную, ся желѣзного сердечника и предоставлениемъ ему возможности медленно падать и входить снова въ катушку».

Компания электрической сварки металловъ Томсона предлагаетъ совокупность аппаратовъ, о которыхъ рѣчь, а именно: альтернаторъ, трансформаторъ, оба электрода и регулировочная приспособленія «за 3000 фунт. стерлинговъ».

Способъ же Н. М. Семенова \*) состоить въ существенныхъ чертахъ въ слѣдующемъ: обыкновенная угольная палочки, какія употребляются для дуговыхъ лампъ, располагаются на томъ участкѣ плиты, который подлежитъ отжигу, изолируются отъ металла стеклянными подкладками — «полосками простого стекла, около  $1\frac{1}{2}$  дюйма шириной и толщиной около 3 мм.».

Плиту съ угольными палочками засыпаютъ «мелкимъ, чистымъ пескомъ» и черезъ эти палочки пропускаютъ постоянный (а можно и переменный) токъ.

Если угольные стержни имѣютъ 18 мм. въ діаметрѣ, то ихъ питають токомъ въ 180—200 амперъ. Входить въ нихъ и выходить изъ нихъ токъ черезъ угольные же электроды, вставленные въ «массивные жѣлезные или мѣдные зажимы».

Большой частью г. Семеновъ беретъ не одну, а несколько угольныхъ палочекъ, прикладываетъ ихъ концами одну къ другой и въ стыкахъ «для лучшихъ контактовъ кладетъ маленькие кусочки угля, которые во время отжига свариваются съ длинными углами».

По прекращеніи тока плитѣ даютъ остывать, не оголяя ее отъ песка — иначе быстрое охлажденіе вызвало бы новую закалку. Но песокъ въ способѣ Н. М. Семенова имѣетъ еще другую очень важную роль: накаливаясь онъ «образуетъ вязкую стекловидную массу, предохраняющую раскаленный почти до бѣла уголь отъ окисленія воздухомъ» а также замедляетъ утечку тепла изъ плиты во время отжига.

«Время отжига, нужное для сообщенія необходимой для обработки мягкости стали, вполнѣ зависитъ отъ толщины отжигаемыхъ стальныхъ плитъ. Произведенныя нагревы показали, что, напримѣръ, при толщинѣ листа стали въ  $1\frac{1}{2}$  дюйма надо всего только около 10—15 минутъ прохожденія по угламъ 18 мм. діам. тока силою 180—200 амперъ, чтобы листъ нагрѣлся до красна снизу; между тѣмъ, если броня будетъ толщиною 8 дюймовъ, то при токѣ 180—200 амперъ при тѣхъ же угляхъ смягчится лишь только поверхность брони и то по прошествіи около 2-хъ часовъ, при 4-хъ же дюймовой бронѣ по прошествіи 2-хъ часовъ подъ нею всыхиваетъ отъ прикосновенія шведская спичка».

Кромѣ «отжиговъ накаленными углями», г. Семеновъ производилъ «также и отжиги для отверстій теплотою вольтовой дуги на разстояніи не сколькихъ миллиметровъ отъ плиты. Оказалось, что и вольтовою дугою можно смягчить желаемое мѣсто въ каленой поверхности плиты, только вольтову дугу надо воспроизвести въ замкнутомъ помѣщеніи или върнѣе прогрѣвать теплотою раскаленной отъ вольтовой дуги глины, причемъ время, потребное для отжига, зависитъ отъ толщины плиты.

Вольтова дуга длиною въ 5—6 мм., получающаяся при напряженіи въ 50 в. и при силѣ тока въ 250 амп., выплавляеть при закрытіи ея глиною воронкообразное отверстіе діаметромъ въ 1 дюймъ у широкой и въ  $1\frac{1}{2}$  дюйма въ узкой части.

Въ толстыхъ же плитахъ такая вольт. дуга черезъ  $\frac{3}{4}$  часа или 1 часъ только смягчаетъ поверхность, при медленномъ остываніи подъ засыпаннымъ пескомъ; вольтова дуга удлиняется въ расплавленной и кипящей глине до 40 мм. Подобное накаливаніе вольтовою дугою смягчаетъ каленое мѣсто брони, причемъ на отожженномъ мѣстѣ получается подъемъ металла до 2-мм.; такой отжигъ позволяетъ сверлить отверстія до 1 дюйма діаметромъ».

В.л. Тюрина.

### Сравненіе электрической тяги съ паровой.

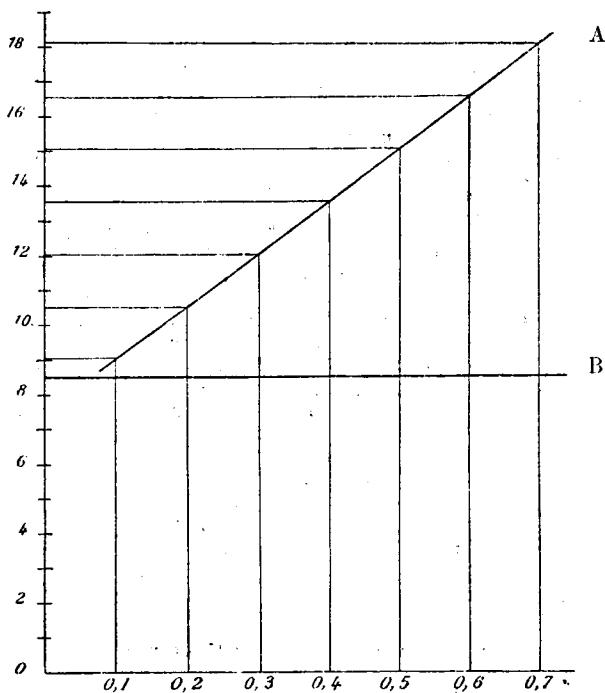
Примѣненіе электрической тяги на большихъ желѣзничныхъ междугороднѣхъ линіяхъ уже давно занимаетъ техниковъ. Но вопросъ этотъ въ большинствѣ случаевъ разрѣшался не въ пользу электрической тяги, пока рассматривался постоянный токъ, который является невыгоднымъ при длинныхъ междугороднѣхъ линіяхъ. Въ настоящее время, когда явились возможность примѣненія трехфазныхъ токовъ, непосредственно утилизируемыхъ въ двигателяхъ и генераторахъ, вопросъ этотъ получилъ совершенно дру-

\*) См. статью Н. М. Семенова въ „Электротехническомъ Вѣстнике“ 1897, № 47.

гое рѣшеніе и мы видимъ, что примѣненіе трёхфазныхъ токовъ для электрической тяги получаетъ все большее и большее развитіе и должно совершиенно измѣнить рѣшеніе вопроса о междугородномъ сообщеніи, не говоря уже о подъѣздныхъ путяхъ и линіяхъ небольшого протяженія.

Очевидно, что переоборудованіе паровыхъ железнодорожныхъ дорогъ на электрическую тягу должно совершаться постепенно, замѣняя лишь паровозы электровозами и сохраняя остальной подвижной составъ. Естественно, что возникаетъ вопросъ насколько выгоднымъ является замѣна паровой тяги электрической. Въ журнале *“L’Eclairage Electrique”* мы находимъ интересную статью инженера Черати (E.Cserhati) относящуюся именно къ этому вопросу. Въ этой статьѣ авторъ рассматриваетъ лишь тягу трехфазными токами, предполагая паровые двигатели на центральной электрической станціи, такъ какъ въ случаѣ нахожденія естественныхъ источниковъ силы, могущихъ быть использованными для центральной электрической станціи—преимущество электрической тяги слишкомъ очевидно само собой.

Прежде всего авторъ обращается къ вопросу о расходѣ пара и угля. Расходъ пара на дѣйствительную лошадь—часть, измѣряемый на ободѣ ведущаго колеса паровоза представляеть графически фиг. 1. Съ этой точки зрѣнія наиболѣе выгодными



Фиг. 1.

Впускъ въ %.

A—паровоз.

B—электровоз.

являются современные паровозы компаундъ: такъ, паровозы компаундъ съ 4 цилиндрами Франц. Сѣверныхъ дорогъ расходуетъ 8 кгр. пара на дѣйствительную лошадиную силу—часть.

Современная неподвижная паровая машины—компаундъ, работающая съ конденсацией и перегрѣтымъ паромъ, начиная съ мощности 2000 лош. силъ, потребляютъ 5,5 кгр. сухого пара на дѣйствительную силу—часть. Принимая же во вниманіе потери при электрической тягѣ, въ генераторахъ, трансформаторахъ и двигателяхъ, можно считать, что, при коефиціентѣ полезнаго дѣйствія равномъ 60—70%, дѣйствительная лошадиная сила расходуетъ на скатъ колеса 5,5:0,6 до 5,5:0,7, т. е. отъ 8 до 9 кгр. сухого

пара на центральной станціи, что приблизительно соотвѣтствуетъ указанному выше расходу пара современными паровозами наилучшей конструкціи.

Но, сравнивая эти цифры, надо помнить, что они относятся только къ наилучшимъ паровозамъ, т. е. къ курьерскимъ и паровозамъ поѣздовъ—экспрессъ. Машины болѣе тихаго хода требуютъ на 50% большаго расхода пара, вслѣдствіе болѣе продолжительного времени впуска пара въ цилиндръ. Напротивъ того, электрическіе локомотивы потребляютъ всегда одно и то же удѣльное количество электрической энергіи, каково бы ни была скорость, т. е. электровозъ товарного поѣзда работаетъ также экономично, какъ и электровозъ скораго поѣзда.

Но, даже принимая, что расходъ пара на дѣйствительную силу—часть одинаковъ для паровозовъ пасажирскихъ поѣздовъ и электровозовъ, расходъ угля все же оказывается значительнѣе при паровой тягѣ.

Каждый техникъ знаетъ прекрасно, что полезное дѣйствіе неподвижныхъ паровыхъ котловъ значительнѣе выше, чѣмъ у паровозныхъ котловъ. Тогда какъ, въ паровозномъ котлѣ 1 кгр. угля даетъ 5,46—6,81 кгр. пара, въ зависимости отъ скорости движенія (товарный или скорый поѣздъ), въ среднемъ—6,13 кгр.—то же количество угля испаряетъ въ неподвижномъ котлѣ хорошаго устройства при нормальной топкѣ 7,65—7,95 кгр. пара, въ среднемъ 7,8 кгр. и 6,88—7,95 кгр. въ среднемъ 7,42 кгр. при форсированной топкѣ \*).

Слѣдовательно, здѣсь является разница въ 25—17% въ пользу электровозовъ, т. е. для тяги скорыхъ поѣздовъ электровозами необходимо лишь 79—83% количества угля, необходимаго при паровой тягѣ поѣзда того же вѣса.

Еще большая выгода въ пользу тяги будетъ, если сравнивать ее съ тягой паровозами тихоходными (товарными). Кромѣ лучшаго использования угля въ топкѣ, мы имѣемъ еще болѣе экономичный расходъ пара отъ 25 до 30% въ пользу электрической тяги.

Значительнымъ преимуществомъ электрической тяги является также тотъ фактъ, что расходы по приведенію электровоза въ дѣйствіе значительно ниже этихъ расходовъ для паровоза. Дѣйствительно, постоянный неподвижный котелъ можетъ работать нѣсколько мѣсяцевъ безпрерывно, тогда какъ паровозъ долженъ быть нагрѣваемъ каждый разъ, какъ онъ начинаетъ службу. Кромѣ того, расходы по сохраненію давленія пара въ котлѣ паровоза между послѣдовательными періодами работы (расходы эти бываютъ иногда весьма значительными), также не имѣютъ мѣста при электрической тягѣ, такъ какъ электровозъ потребляетъ токъ лишь во время работы, а расходы по сохраненію давленія пара въ постоянныхъ котлахъ на центральной станціи весьма незначительны, такъ какъ потеря тепла постоянныхъ котловъ значительно меньше, чѣмъ у паровозныхъ, вслѣдствіе плохой защиты этихъ послѣднихъ отъ

\*.) Это явленіе легко объясняется, если разсмотрѣть условія горѣнія угля въ обоихъ случаяхъ. Въ постоянныхъ котлахъ сжигается обыкновенно 50, самое большое 100 кгр. угля въ часъ и на кв. метръ колосниковой решетки. Напротивъ, въ паровозахъ это количество достигаетъ до 350—500 кгр. Очевидно, что горѣніе подобного количества угля требуетъ такого большого притока воздуха, что газы удаляются при очень высокой температурѣ, вслѣдствіе чего понижается полезное дѣйствіе котла.

Можно принять (см. напр. Hiltt\*) что коефиціентъ полезнаго дѣйствія лучшаго паровознаго котла равенъ 60%, постояннаго котла—78%. Слѣдовательно, разница—18%, что является весьма важнымъ, принимая во вниманіе теперешнюю цѣну угля, почти все время повышающуюся. Съ другой стороны, постоянные котлы могутъ быть отапливаемы углемъ худшаго качества (мелочью, лигнитомъ, торфомъ), тогда какъ паровозные котлы должны отапливаться углемъ наилучшаго качества; слѣдовательно, и здѣсь экономія въ пользу постоянныхъ котловъ.

излученія. Громадная разница между двумя разбираемыми способами тяги заключается также въ зависимости коэффициентовъ полезного дѣйствія отъ нагрузки.

Коэффициентъ полезного дѣйствія паровоза имѣетъ наибольшую величину, когда машина работаетъ съ умѣреннымъ впускомъ и не форсированной топкой котловъ. Но, когда скорость переходитъ извѣстный предѣлъ, приходится форсировать топку для того, чтобы получать необходимое количество пара; но отъ этого понижается полезное дѣйствіе котла. Точно также, если увеличить вѣсъ поѣзда, сохранивъ среднюю скорость, то необходимо увеличить впускъ пара, что понижаетъ въ свою очередь, полезное дѣйствіе паровой машины. Такимъ образомъ, мы видимъ, что паровозъ можетъ работать исключительно съ комбинированнымъ максимумомъ полезного дѣйствія такъ какъ то котель, то машина работаютъ неэкономично.

Электровозъ съ этой точки зрѣнія является болѣе удовлетворительнымъ.

Здѣсь необходимо разсматривать окончательно полезное дѣйствіе, составляющееся изъ полезныхъ

коэффициентовъ полезного дѣйствія, абсциссы—нагрузку въ %. Окончательный коэффициентъ полезного дѣйствія равенъ произведению всѣхъ единичныхъ коэффициентовъ. Соответствующая этому коэффициенту кривая показываетъ, что окончательное полезное дѣйствіе еще достаточно велико при половинѣ нагрузки и что потери, принятые выше въ 30—40%, являются преувеличенными. Кроме того, на самомъ дѣлѣ, очень рѣдко бываетъ, чтобы локомотивы и центральная станція работали одновременно при половинной нагрузкѣ. Суточная служба центральной электрической станціи, обслуживающей длинную линію электрич. жел.-дор. можетъ быть оборудована такимъ образомъ, чтобы работающіе котлы машины всегда соответствовали данной нагрузкѣ. Съ другой стороны, двигатели электровоза могутъ быть включаемы или выключаемы изъ цѣли отдельно, смотря по надобности: при пускѣ въ ходъ всѣ двигатели могутъ работать совмѣстно, затѣмъ когда скорость достигнетъ нормальной величины вагоновожатый выключаетъ иѣсколько изъ нихъ, при этомъ остальные работаютъ почти при полной нагрузкѣ; что касается тѣхъ, которые вращаются въ холостую, то они поглощаютъ ничтожное количество энергіи, такъ какъ двигатели помѣщаются непосредственно на оси, безъ зубчатыхъ передачъ.

II. ВЪСЬ ЛОКОМОТИВОВЪ.—Сравнимъ теперь вѣсъ паровоза съ вѣсомъ электровоза, равной мощности.

Электровозъ не требуетъ тендера, или вообще какого либо помѣщенія для воды и топлива, что даетъ 20—50% пониженія мертваго вѣса, а слѣдовательно, и значительное пониженіе расходовъ на тягу\*).

Кромѣ того, электровозъ самъ по себѣ легче паровоза. Мощность этого послѣдняго ограничена вѣсомъ пара, получаемаго въ единицу времени въ котлѣ, а, поэтому, паровозъ большой мощности требуетъ котель съ большой поверхностью колосниковой решетки и большой поверхностью нагрева, причемъ собственный вѣсъ котла уже выше необходимаго для ссыпленія до такой степени, что всѣ паровозы большей мощности имѣютъ особыя оси или тележки, несущія мертвый вѣсъ машины. Электровозъ несеть лишь двигатели и свое электрическое устройство, общий вѣсъ которыхъ, если и превышаетъ необходимый для ссыпленія, но во всякомъ случаѣ находится съ ними въ болѣе благопріятномъ отношеніи.

Электровозъ обладаетъ еще болѣшимъ преимуществомъ передъ паровозомъ, съ точки зрѣнія коэффициента ссыпленія. Тогда какъ, по расчету, въ послѣднемъ, наибольшій коэффициентъ уже не превышаетъ 16% полезного вѣса, для первого можно считать, вполнѣ правильно, 25—30%. Практика подтверждаетъ этотъ расчетъ \*\*).

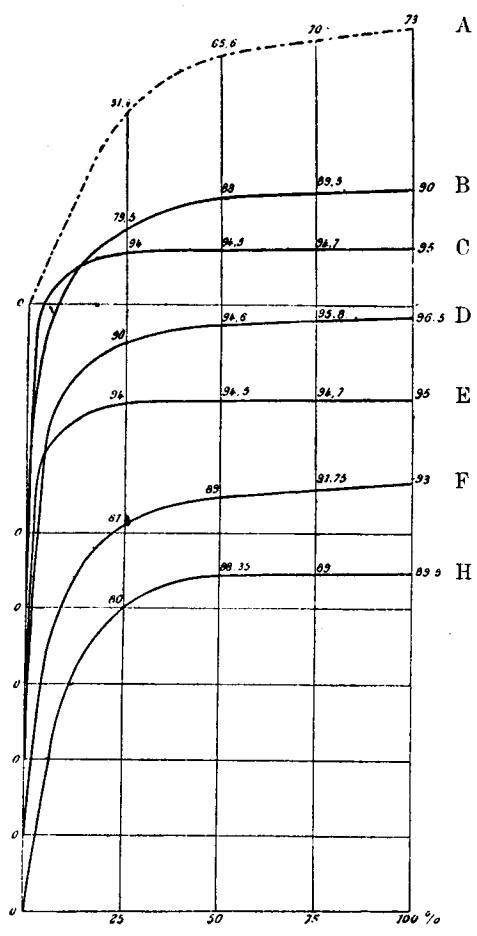
\*) Авторъ статьи опредѣлилъ приблизительнымъ расчетомъ средній вѣсъ тендера, предполагая его нагруженнымъ на половину, для венгерской линіи въ 36 км. длиной. Собственный вѣсъ угля и бака съ водой не принимается во вниманіе. Средній результатъ этихъ расчетовъ для локомотивовъ безъ тендера—20,1 тонны на тендеръ. Число паровозъ-километровъ, сдѣланныхъ въ 1898 г.—4.217000; очевидно, число тендеръ-километровъ то же самое. Слѣдовательно, считая 20,1 тон. на тендеръ, получали количество безполезныхъ тонна-километровъ въ годъ—84.761700.

Расходы на тягу на той же линіи были въ томъ же году въ среднемъ 0,444 крейцера (1 кр.=0,077 к.) на тонна-километръ.

Полный годовой расходъ на тягу тендеровъ доходитъ такимъ образомъ, до 376338,85 флорина (1 фл.=77 к.) или около 9% полного расхода 4.191.000.

Но такъ какъ, расходы на тягу измѣняются не пропорционально нагрузкѣ, то отмѣченный процентъ является иѣсколько высокимъ. Но становясь на другую точку зрения можно сказать, что не увеличивая расходовъ можно было бы сдѣлать на 84 мил. тонна—километровъ больше.

\*\*) Электровозъ жел.-дора Балтимора—Огайо имѣлъ, въ



Фиг. 2.

А—полн. коэф. п. д. электрическ. части (безъ паров. маш.).  
В—двигатели.  
С—вторичные провода.  
D—трансформаторы.  
Е—первичные провода.  
F—динамо.  
Г—паровая машина.

дѣйствій паровой машины, динамо, первичныхъ и вторичныхъ проводовъ, трансформаторовъ и двигателей. Фиг. 2 указываетъ измѣненія коэффициентовъ полезного дѣйствія въ зависимости отъ нагрузки. Ординаты представляютъ коэффициенты полезного дѣйствія, а абсциссы—нагрузку въ %.

Такая высокая величина коэффициента сцепления имѣеть громадное значение, въ особенности для товарныхъ поѣздовъ на линіяхъ съ густымъ движениемъ, гдѣ сила тяги становится весьма значительной: электровозъ не требуетъ даже въ невыгодныхъ условіяхъ никакой перегрузки для увеличенія вѣса. Причиной этого явленія есть постоянство вращающаго момента на ободѣ ведущаго колеса, тогда какъ у паровозовъ онъ измѣняется въ зависимости отъ положенія шатуна; кроме того, можно думать, что коэффициентъ тренія между колесомъ и рельсомъ увеличивается отъ прохожденія возвратнаго тока \*).

Но не только вѣсъ электровоза ниже вѣса паровоза, но и его сопротивление движению значительно меньше. Треніе различныхъ частей паровоза, въ осо-

бенности, неизбѣжное спаривание осей дѣлаютъ то что сопротивленіе одного паровоза почти вдвое больше сопротивленія вагоновъ.

Это послѣднее равно, приблизительно, на площадкахъ

$$Wv = 1,5 + 0,001 V^2,$$

а для локомотива

$$W_L = 4 \sqrt{a + 0,002 V^2}$$

гдѣ  $a$ —число спаренныхъ осей, а  $V$ —скорость въ км. въ часъ. Фиг. 3 показываетъ измѣненіе  $Wv$  и  $W_L$  съ  $V^2$ ).

Разсмотрѣніе нижеслѣдующей таблицы указываетъ ясно всѣ выгоды электровозовъ:

Владѣлецъ локомотива.	Типъ локомотива.	Вѣсъ локомотива и тендеръ въ тоннахъ.	Вѣсъ сцепленія, въ тоннахъ.	Давленіе пара, въ атмосферахъ.	Скорость, въ километрѣ въ часъ.	Мощность устѣнныхъ аппаратовъ, въ л. си.	Полный вѣсъ на площадѣ, силу, въ кгм.
Венгерскія правительство, жел. дор.	Компаундъ-Экспрессъ. Локомотивъ для скорыхъ поѣздовъ на линіяхъ съ густ. движ.	95,3	28	13	90	860	110
	Компаундъ для товари. поѣздовъ.	91,13	41	13	75	840	108
	Экспрессъ, сист. Тюиля.	76,5	42,5	13	60	680	112
Франц. правит. ж. д. (зав. Крезо).	Товари. поѣздъ.	140	32	15	120	1400	99
Электр. локомотивъ итал. ж. д. Rete Adriatica	Скорый пас-саж. поѣздъ.	40	40	—	30	600	66
Вагонъ-двигатель той-же дороги.		20 **)	50	—	60	600	33

Мы видимъ, что вѣсъ на полезную лошадиную силу достигаетъ 100—110 кгр. для паровозовъ, тогда какъ для электровозовъ онъ равенъ 66 кгр., а для вагоновъ-двигателей—33 кгр. Такимъ образомъ, мертвый вѣсъ отъ 40 до 70% меньше въ случаѣ электрической

одномъ случаѣ, наибольшее усиліе равнѣмъ 30 тон., при собственномъ вѣсѣ въ 90 тоннъ.

Съ другой стороны по сообщенію Поттера (Glasser's Annalen. 1901) при заказѣ одного электровоза было оговорено, что этотъ послѣдній долженъ двинуться съ мѣста съ поѣздомъ въ 90 тоннъ (безъ локомотива) на уклонѣ въ 10% и закругленіи въ 150 м. радиусомъ.

На испытаніяхъ при прѣмѣѣ этотъ электровозъ двинулъ съ мѣста, безъ помоицъ песячнѣцъ, и тянуль поѣздъ со скоростью 6—7 км. въ часъ. Локомотивъ имѣеть двѣ оси, изъ которыхъ одна была ведущей.

Время ускоренія не упомянуто, но если предположить его равными 2 мин.—что довольно значительно, получаемъ, пользуясь извѣстными формулами, что движущее усиліе въ моментъ троганія съ мѣста равно 2615 кгр. Предполагая, что вѣсъ машины распределенъ равнomoѣрно на обѣ оси,—получаемъ, что вышеуказанныя цифра соотвѣтствуетъ коэффициенту сцепленія къ 39%.

\*) Вышеприведенное сравненіе становится еще болѣе выгоднымъ для электричества, если рассматривать вагонъ-двигатель, вмѣсто электровоза, такъ какъ въ этомъ случаѣ электрическое оборудование является лишь дополнительнымъ къ обычной нагрузкѣ вагона. Такъ, электрическія принадлежности вагона-двигателя линіи «Valtellina», мощностью 600 дѣйств. лош. силъ вѣсить лишь 20 тоннъ.

\*\*) Вѣсъ электрическаго оборудования и, кроме того,

рамы прицѣпныхъ вагоновъ.

Вологодская областная универс.

тиги. Мы знаемъ, на самомъ дѣлѣ, что наибольшую мощность могутъ развить паровозы большой скорости.

Послѣднимъ вопросомъ изъ рассматриваемыхъ является то, что, при одинаковомъ вѣсѣ, мощность паровоза зависитъ отъ скорости. Это объясняется тѣмъ, что быстрый выходъ пара производить сильную тягу воздуха, дѣлающую возможнымъ сгораніе довольно значительного количества угля на сравнительно небольшой колосниковой решеткѣ. Паровозы меньшей скорости не могутъ потреблять подобное количество угля, такъ какъ выходъ пара происходитъ значительно тише. При одной и той же поверхности нагрева котель, везущій тотъ же грузъ производить большее количество пара при скоромъ ходѣ, чѣмъ при медленномъ, и на площадкѣ большее, чѣмъ на уклонѣ.

\*) Сопротивленіе движению электрическихъ вагоновъ-двигателей превосходить на весьма небольшую величину сопротивленіе вагоновъ, которые они тянутъ, такъ какъ существуетъ лишь треніе двухъ осей подшипниковъ и не принимается въ расчетъ треніе въ гибкомъ соединеніи между арматурой двигателя и колесомъ.

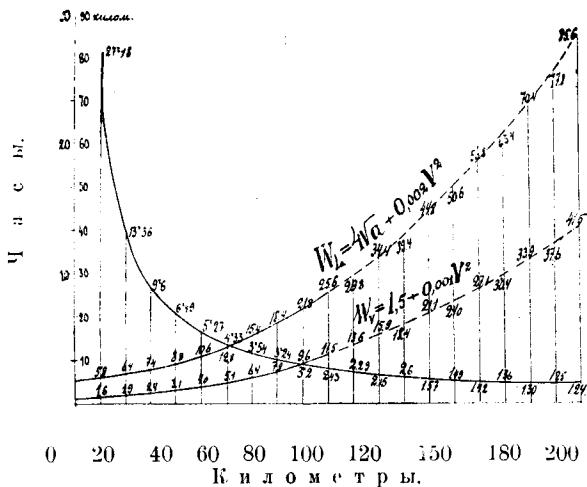
Полное сопротивление локомотива съ тендеромъ упазано въ статьѣ Лейцмана (Z. d. V. D. I. 1899.). Какъ уже было упомянуто, четырехъ-цилиндровый паровозъ франц. южн. ж. д. расходуетъ 8 кгр. пара на индикат. лош. силу—часть, измѣренную на ободѣ. Но если расчтитъ количество пара на полезную лош. силу—часть, измѣренную у сѣнного аппарата тендеръ, то оно окажется равнымъ 20 кгр. Значительная разница между этими двумя данными зависитъ отъ соединенія паровоза съ тендеромъ и отъ различныхъ треній въ паровой машинѣ.

Мощность электровоза, наоборот, находится въ полной независимости отъ скорости. Стало быть, и съ этой точки зрѣнія электровозъ стоитъ выше паровоза.

III. Рекуперация энергіи. Извѣстно, что число оборотовъ въ минуту трехфазного двигателя практически постоянно при всякихъ нагрузкахъ, даже измѣняющихся и что, если какимъ либо образомъ извѣнѣ увеличивается эту скорость, двигатель автоматически становится генераторомъ и посылаетъ токъ въ сѣть проводовъ.

Это свойство трехфазныхъ двигателей и имѣетъ громадное значение для электрической тяги на большихъ линіяхъ.

Въ самомъ дѣлѣ, если поѣздъ спускается по уклону и если вслѣдствіе большой величины этого уклона скорость поѣзда увеличивается чрезмѣрно (превышаетъ нормальную скорость), то поѣздъ начинаетъ автоматически тормазиться двигателями. Но энергія



Фиг. 3.

живой силы не преобразуется въ теплоту колодками обыкновенныхъ тормазовъ; она возстановляется въ видѣ электрическаго тока и возвращается въ провода. Слѣдовательно, энергія, необходимая для того, чтобы поднять поѣздъ на извѣстную высоту, возвращается почти вся, при спускѣ, причемъ потеря ея соотвѣтствуетъ коефиціенту полезного дѣйствія двигателей и проводовъ. Расходы на тягу на большихъ линіяхъ значительно понижаются отъ этого. Такимъ образомъ, при проектахъ новыхъ линій не слѣдуетъ бояться большихъ уклоновъ, съ точки зрѣнія экономичной эксплоатации. Капиталъ первоначального устройства, такимъ образомъ, будетъ меньше чѣмъ при паровой тягѣ.

Такъ какъ постѣдовательное соединеніе двигателей позволяетъ уменьшить скорость до половины нормальной, то, слѣдовательно, поѣзда могутъ ходить съ двумя различными скоростями. Когда поѣздъ идетъ съ полной скоростью, то соединяются двигатели постѣдовательно, живая сила, соотвѣтствующая разности двухъ скоростей точно также возвращается въ видѣ электрической энергіи, и скорость поѣзда уменьшается на половину безъ всякаго механическаго торможенія.

Энергія, возвращаемая такимъ образомъ, равняется теоретически  $\frac{3}{4}$  необходимой для сообщенія поѣзду скорости отъ нулевой до полной, вычитая потерю въ двигателяхъ и проводахъ.

Это свойство трехфазныхъ двигателей, независимо отъ ихъ соединенія, представляетъ большія выгоды, въ особенности на линіяхъ съ частыми остановками, какъ линіи городскія и окружныя съ густымъ движениемъ.

IV. Расходы по содержанию. 1. Котлы. Котлы представляютъ наибольшую нѣжную часть паровоза; онъ требуетъ частаго ремонта. Послѣдовательные нагреванія и охлажденія производятъ въ металѣ молекулярная измѣненія, быстро разрушающія его; точно также весьма вредно дѣйствуетъ и вхожденіе холоднаго воздуха въ топку, во время засыпки топлива. Питательная вода содержитъ часто различные примѣси, которая также способствуютъ разрушению котла; въ то же время очищеніе воды представляется такія неудобства, что установка особыхъ очистителей принятая очень немногими компаниями\*).

Содержаніе неподвижныхъ котловъ гораздо проще, они остываютъ медленно по окончаніи работы, такъ какъ обмуровка ихъ, будучи плохимъ проводникомъ тепла, препятствуетъ ихъ быстрому охлажденію. Съ другой стороны, питательная вода можетъ быть очищаема въ такой степени, чтобы можно было не опасаться вреднаго вліянія ея. Что же касается подачи угля въ топки, то она можетъ производиться автоматически, причемъ является не только экономія въ углѣ, но и препятствуетъ вхожденію холоднаго воздуха въ топку въ моментъ подачи топлива,— слѣдствіемъ чего является экономія въ содержаніи котла.

2. Двигательный механизмъ. — Паровая машина паровоза подвергается всегда дѣйствію пыли, дождя, снѣга, что, очевидно, увеличиваетъ износъ трущихся частей. Кроме того, вслѣдствіе вывода пара въ дымовую коробку, является невозможнымъ избѣжать тою, чтобы продукты горѣнія не попадали въ цилинды, послѣ закрытия выхода пара, вслѣдствіе дѣйствія поршня во время хода этого послѣдняго, въ цилиндрѣ попадаютъ мелкіе кусочки угля, сажи или пепла, и способствуютъ его быстрому изнашиванію.

Напротивъ того, паровыя машины центральной станціи помѣщаются всегда въ общирныхъ помѣщеніяхъ хорошо освѣщаемыхъ, вентилируемыхъ, содержащихъ въ чистотѣ, где нѣтъ ни пыли, ни сырости. Понятно, что въ такихъ условіяхъ машины работаютъ дольше безъ ремонта, чѣмъ подвижная машина.

Что касается электродвигателей, то современные способы постройки ихъ позволяютъ защитить наиболѣе нѣжную часть, арматуру, которая заключается въ герметически закрытую металлическую коробку, что дѣлаетъ ее недоступной ни для масла, ни для воды. Имѣются лишь 2 подшипника, три кольца и щетки, по нимъ скользящія, которая подвергаются вліянію пыли, но и они достаточно хорошо защищены и поэтому изнашиваются медленно.

Исправленіе электродвигателя не требуетъ много времени, такъ какъ всѣ его части легко замѣняются другими.

Изнашиваніе передачи между арматурой двигателя и осью электровоза можетъ быть уменьшено закалкой трущихся частей, а именно соотвѣтствующихъ цапфъ и подшипниковъ. Кроме того, ихъ относительное движеніе весьма незначительно.

Обода (бандажи) ведущихъ колесъ паровоза изнашиваются неодинаково, вслѣдствіе измѣненія тангенціального усилия, но, такъ какъ у электровозовъ это усилие постоянно, то, слѣдовательно, равномѣрно и значительно меньше и изнашиваніе бандажей.

Съ другой стороны, колеса паровоза и тендера изнашиваются, главнымъ образомъ, отъ механическаго торможенія, въ особенности на линіяхъ съ большими уклонами. Электровозы тормазятся механически только при остановкахъ, а уменьшеніе скорости производится электрическимъ путемъ, вслѣдствіе чего колеса изнашиваются не такъ скоро.

\*) Значительность ремонта котловъ побудила Управление прусскихъ жел. дорогъ прибѣгнуть къ слѣдующей измѣрѣ: когда паровозъ идетъ въ ремонтъ изъ-за неисправности котла, то для того, чтобы не задерживать, его просто замѣняютъ котломъ новымъ.

Все сказанное приводить къ заключению, что замѣна паровой тяги электрической уменьшаетъ величину ремонтныхъ мастерскихъ и число локомотивовъ, такъ какъ ремонтъ производится быстрѣе, да и са-мыхъ исправленій менѣе, чѣмъ при паровой тягѣ.

3. Вагоны. Какъ внутренняя отдѣлка, такъ и внѣшняя окраска и лакировка вагоновъ весьма скоро портятся отъ дыма паровозовъ, что опять не имѣть мѣста при электрической тягѣ и представляетъ еще одно преимущество.

Больѣ медленное и равномѣрное троганіе съ мѣста при трехфазныхъ двигателяхъ и болѣе рѣдкое пользованіе механическимъ тормозомъ имѣть также хорошое вліяніе на сохраненіе вагоновъ, т. е. на содержаніе всего подвижного состава.

4. Оборудованіе. Выше уже было упомянуто, что собственный вѣсъ электровоза менѣе, чѣмъ паровоза той же мощности. Число ведущихъ осей ограничивается самой конструкціей, тогда какъ электровозъ можетъ имѣть по двигателю на каждой оси; вслѣдствіе чего уменьшается нагрузка на колесо \*).

Перемѣнное движеніе массы паровоза производить вредныя колебанія подвижного состава, вліяніе которыхъ на верхнєе строеніе и материалъ достаточно извѣстно \*\*). Электровозъ не имѣть этихъ вредныхъ движений.

Въ общемъ движеніе электровоза является болѣе спокойнымъ, вѣсъ его менѣе, рессоры болѣе эластичны. Путь и подвижной составъ менѣе страдаютъ при электровозахъ, чѣмъ при паровозахъ. Наконецъ, извѣстно, какъ трудно содержаніе пути въ туннеляхъ, полныхъ дыма отъ паровозовъ: устанавливаются даже специальные вентилаторы для провѣтриванія туннелей. При электрической тягѣ ничего подобнаго нѣтъ.

5. Расходы по личному составу на локомотивѣ. Управлѣніе электрическими приборами на электровозѣ или въ вагонѣ-двигателѣ весьма просто и не требуетъ особенно образованнаго лица. Вполнѣ достаточно одинъ вагоновожатый, тогда какъ паровозъ требуетъ двухъ людей.

Противъ этого можно возразить, что если вагоновожатый потерялъ какимъ-либо образомъ способность управлять поѣздомъ, то некому его замѣнить, но это такъ неправдоподобно, чтобы вагоновожатый сталъ бы сразу неспособнымъ къ управлѣнію поѣздомъ и не могъ бы остановить его. Но, кромѣ того, каждая станція снабжается рубильникомъ, позволяющимъ начальнику станціи остановить поѣздъ, да и не трудно устроить такъ, чтобы главный поѣздной кондукторъ могъ бы самъ останавливать поѣздъ въ случаѣ опасности.

Такимъ образомъ, весьма возможной является значительная экономія въ расходѣ на содержаніе личнаго состава.

## VI. Преимущества электрической тяги

\*) Правда, что въ настоящее время строить и паровозы съ двумя телѣжками, имѣющими каждая двѣ или три спаренные оси и отдѣльныя паровыя машины. Это представляеть значительный шагъ впередъ въ устройствѣ паровозовъ, но такое рѣшеніе вопроса является весьма тяжелымъ, вслѣдствіе увеличенія числа паровыхъ машинъ, при этомъ, очевидно, увеличиваются и расходы по содержанію, такъ какъ водопроводъ и паропроводъ сильно усложняются.

Электровозъ съ двумя телѣжками, съ 2 или 3 осями каждая, можетъ быть легко построенъ; рессоры будутъ длиннѣе и болѣе упруги, чѣмъ рессоры ведущихъ и спаренныхъ осей паровоза.

\*\*) Однако, весьма вѣроятно, что изобрѣтеніе Шлика, состоящее въ уравновѣшиваніи перемѣнного движенія паровыхъ машинъ, примѣняемое съ большимъ успѣхомъ на пароходныхъ машинахъ, будетъ также примѣнено и къ паровозамъ, но въ такомъ случаѣ необходимо имѣть 4 цилиндра. Это рѣшеніе вопроса возможно лишь въ ущербъ простотѣ.

гись коммерческой точки зрењія.—Преимущества эти слѣдующіе:

1. Безопасность находящейся въ поѣздѣ публики несравненно выше, такъ какъ поѣзды могутъ входить на станцію и выходить со станціи только по включеніи въ электрическую цѣль соотвѣтствующей части пути. Такъ какъ это включеніе производится начальникомъ станціи, то, слѣдовательно, небрежность вагоновожатаго не можетъ имѣть опасныхъ послѣдствій.

2. Сбереженіе въ расходахъ на тягу и содержаніе позволяетъ увеличить число и скорость поѣздовъ, слѣдовательно, густоту движенія. Продолжительность пробѣга уменьшается еще на время, необходимое для наполненія водой тендера паровоза.

3. Увеличеніе скорости паровоза можетъ быть производимо лишь увеличеніемъ емкости котла, т. е. собственнаго вѣса машины. Но тогда долженъ усиливаться и путь.

Число ведущихъ осей электровоза не заключается въ такихъ узкихъ предѣлахъ, какъ у паровоза. Вслѣдствіе этого, увеличеніе мощности можетъ быть произведено безъ увеличенія нагрузки на ось, и можно увеличивать скорость электрическихъ поѣздовъ, не усиливая существующаго пути \*).

4. Точно также весьма просто рѣшается вопросъ объ освѣщеніи поѣздовъ и станцій при пользованіи электрической энергией, какъ двигателевой. Освѣщеніе поѣздовъ можетъ производиться двумя отдѣльными цѣлями: одна, дѣйствующая то время, когда вагонъ находится подъ напряженіемъ, питается линейнымъ токомъ; другая, въ которую включены сигнальныя лампы, питается небольшой аккумуляторной батареей.

Такъ какъ троганія съ мѣста поѣздовъ колеблютъ нагрузку на центральной станціи, что можетъ вліять на правильность освѣщенія станцій,—то является болѣе выгоднымъ устраивать на станціяхъ небольшія установки, состоящія изъ преобразователя, уравнительной батареи, постоянный токъ постоянного напряженія которыхъ питаетъ лампы. Первичный токъ линіи могъ бы быть также использованъ для приведенія въ дѣйствіе крановъ, подъемниковъ, поворотныхъ круговъ, а иногда и машинъ-орудий для ремонта пути.

5. Всякому пассажири извѣстно то непріятное чувство, которое испытываютъ они, желая открыть окно въ жаркую погоду, когда въ открытое окно попадаетъ дымъ,—что невозможно при электрической тягѣ. Весьма вѣроятно, что для техника этотъ вопросъ является второстепеннымъ, но для публики онъ очень важенъ. Наконецъ, искры, представляющія большую опасность при паровозѣ и заставляющія желѣзныя дороги ограждать извѣстное пространство отъ пожара,—не имѣются при электрической тягѣ.

VII. Поѣзда болѣе скорости. — Какъ уже было упомянуто выше, скорость электрическихъ поѣздовъ можетъ быть увеличиваюма безъ измѣненія верхніго строенія пути \*\*). Это увеличеніе становится даже прямо необходимымъ, такъ какъ оно разсматривается публикой, какъ первое и наибольшее преимущество электрической тяги; во всякомъ случаѣ, оно необходимо ограничено.

Одна изъ кривыхъ фиг. 3 даетъ графически время, необходимое для пробѣга Будапештъ—Вѣна, въ зависимости отъ скорости, каковая предполагается измѣняющейся отъ 0 до 200 км. въ часъ. Та же фиг. показываетъ увеличеніе коэффиціента тяги въ зависимости отъ скорости. Мы видимъ, что начиная съ некотораго предѣла, себѣльной выигрыши во времени весьма дорого оплачивается излишкомъ энер-

\*) Однако, послѣдніе опыты на жел. дор. Берлинъ-Цоссенъ показали, что при увеличеніи скорости и при электрической тягѣ придется усиливать путь.

Прим. перев.

гій, необходимой для тяги. Если принять, кроме того, во внимание увеличение содержания подвижного состава и пути со скоростью,—то увидимъ, что увеличение скорости болѣе 100 максимумъ—120 км. въ часъ не имѣеть значенія \*).

VIII. Электрическая тяга съ стратегической точкой зрения.—Часто слышишь голоса противъ электрической тяги, говорящіе, что во время войны разрывъ какого-нибудь провода или разрушение центральной станціи влечетъ за собой прекращеніе движенія по всей линіи.

Но разорвать рабочій проводъ въ 3000 вольтъ или питательный проводъ въ 20000 вольтъ не представляется легкимъ дѣломъ. Необходимо будетъ распологать специальными приборами, каучуковыми лентами и т. п. и эта работа потребуетъ то же время, что и разрушение желѣзодорожного пути. Напротивъ, восстановленіе разрѣзанного проводника легче, чѣмъ возобновленіе разрушенного пути.

Съ другой стороны, центральная электрическія станціи, очевидно, будутъ строиться не у границы, въ концѣ пути, а по меньшей мѣрѣ на 60—80 км. внутрь страны, гдѣ всегда въ случаѣ надобности явится возможность защитить ее.

Возможно, что громадная экономическая преимущества электрической тяги заставятъ желѣзодорожныя общества замѣнить ею паровую, такъ что, по истеченіи нѣкотораго времени, и нападающей и обороняющейся окажутся въ отношеніи путей сообщенія въ одинаковыхъ условіяхъ.

Что касается эксплоатациіи линіи, расположенной на непріятельской землѣ, то она можетъ быть всегда обеспечена паровозами, представляющими въ мирное время запасъ на всякий случай.

IX. Служба большихъ центральныхъ станцій.—Мощность центральной станціи, обслуживающей длинную сѣть съ густымъ движениемъ, достигнетъ 10—15 тыс. лош. силь. Наблюдение за механизмами можетъ быть всегда поручено достаточно образованнымъ и подготовленнымъ инженерамъ. Топка котловъ можетъ находиться всегда подъ контролемъ совершенныхъ приборовъ (пиromетры, указатели состава горючихъ газовъ, приборы для измѣрения тяги воздуха и т. п.) и полезное дѣйствіе котловъ можетъ быть наивысшимъ. Точно также можетъ контролироваться и питательная вода. Работа паровыхъ машинъ можетъ провѣряться индикаторами, такъ что каждая порча можетъ быть замѣчена и тотчасъ же исправлена.

Такимъ образомъ, полезное дѣйствіе всей станціи будетъ достаточно высокое и эксплоатациія ея экономичная.

Въ водѣ.—Изъ всего сказанного можно вывести слѣдующія преимущества электрической тяги надъ паровой: Сбереженіе 50% пара, по меньшей мѣрѣ 25% угля. Меньший вѣсъ электрическаго локомотива. Болѣе выгодное сопротивленіе движенію.

Возвращеніе энергіи на спускахъ, болѣе дешевое содержаніе подвижного состава, слѣдовательно, и меньшее его количество. Болѣе простая ремонтная мастерскія.

Экономія въ содержаніи личнаго состава; большая безопасность движенія. Увеличение густоты движенія и меньшими и болѣе быстрыми единицами. Возможность сохраненія существующаго пути для большихъ скоростей \*). Хорошое освѣщеніе вагоновъ и станцій. Отсутствіе дыма, искръ и, наконецъ, возможность пользованія силами природы.

Но за то электрическая тяга требуетъ большого первоначального капитала, что является единственнымъ, но весьма серьезнымъ, препятствіемъ къ всеобщему примѣненію этой системы. Но этотъ фактъ не можетъ преягствовать распространенію элек-

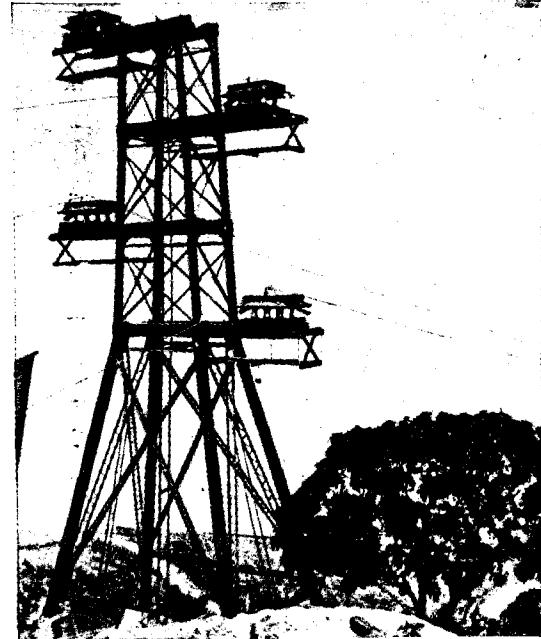
трической тяги, такъ какъ всегда создаются общества, которые будутъ эксплуатировать или всю сѣть, или будутъ лишь продавать электрическую энергию желѣзныхъ дорогамъ, которые уже сами оборудуются принадлежностями электрической тяги. Превосходство электрической тяги уже показано довольно ясно электрическими трамваями. Но примѣненіе тѣхъ же способовъ тяги не представлялось возможнымъ на междугородныхъ желѣзныхъ дорогахъ вслѣдствіе неподходящихъ системъ. Въ настоящее время, когда опытъ показалъ возможность такого примѣненія, ничего не можетъ помѣшать всеобщему распространенію электрической тяги на желѣзныхъ дорогахъ большого протяженія.

(L'Écl. Él. № 30).

B. A. C.

## ОБЗОРЪ.

Перекрытие большихъ пролетовъ воздушными проводами для токовъ высокаго напряженія. Интересный примѣръ американскихъ электротехническихъ сооруженій представляетъ собой нижеописываемое устройство воздушныхъ проводовъ съ огромнымъ, несомнѣнно едини-



Фиг. 4.

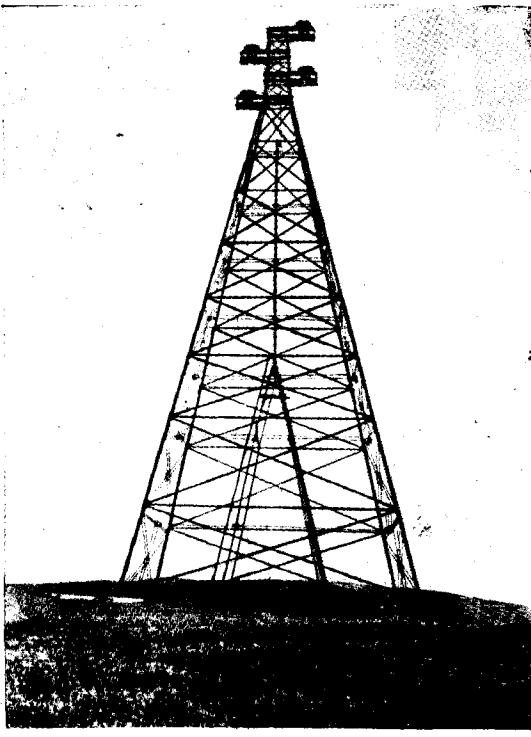
ственнымъ въ мѣрѣ по величинѣ, пролетомъ.—Одна электрическая компания въ Калифорніи близъ Санть-Франциско пожелала для расширенія круга своихъ операций продолжить на извѣстное разстояніе сѣть своихъ проводовъ. Не говоря уже вообще о трудностяхъ прокладки проводовъ по гористымъ (Сіера-Невада) и топкимъ мѣстностямъ, главная магистраль должна была пересечь проливъ (Straits of Carquinez) шириной въ 3200 футовъ въ наиболѣе узкомъ мѣстѣ.—Желая избѣгать трансформированія тока, имѣющаго напряженія 6000 вольтъ, что было бы необходимо при передачѣ помоюю подводного кабеля, рѣшили устроить воздушную передачу.

Во избѣженіе препятствій судоходству провода должны были возвышаться надъ уровнемъ воды на 200 футовъ, при скорости вѣтра, доходящей въ дан-

\*) Что подтверждается отчасти и опытами на электрической жел. дор. Берлинъ—Цоссенъ. *Пер.*

\*\*) См. примѣчаніе на предыдущей страницѣ областной универсальной научной библиотеки.

номъ мѣстѣ до 75 англ. миль въ часъ пришлось по-  
заботиться объ устройствѣ надежной системы, нѣ-  
сколько напоминающей собой конструкцію висячихъ

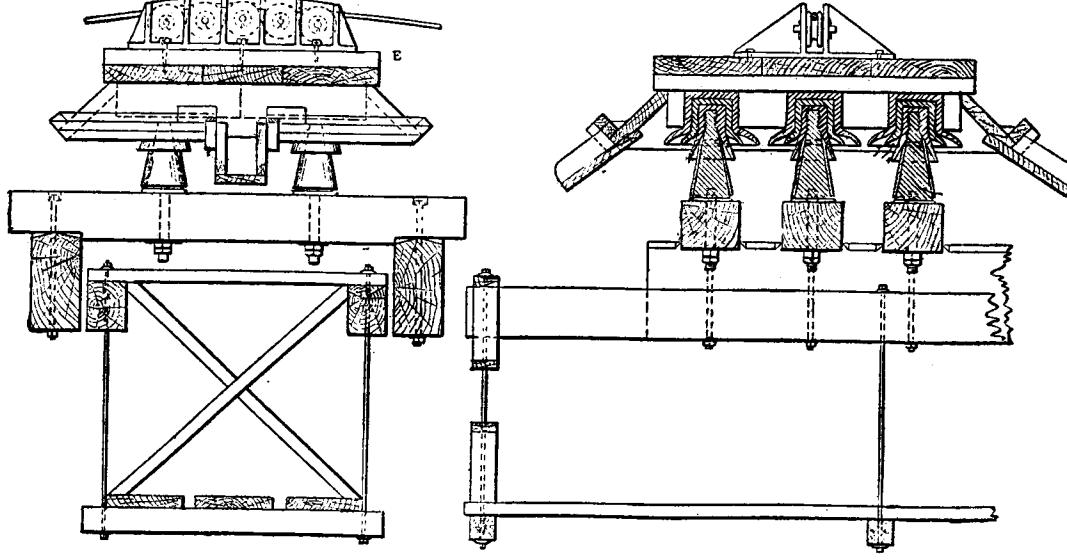


Фиг. 5.

мостовъ. На рис. 4 и 5 изображены двѣ береговыя башни, высота коихъ, сообразно съ уровнемъ береговъ, была расчитана съ принятіемъ во вниманіе не-  
обходимой стрѣлы прогиба. Пролетъ между обѣими

возможности питанія трехфазнымъ токомъ) сдѣланы каждый изъ 19 отдельныхъ гальванизированныхъ стальныхъ проводовъ (т. н. стрендей). Толщина каждого кабеля  $\frac{1}{8}$  дюйма, вѣсъ—7080 англ. фунт., а сопротивленіе излому равно 98,000 англ. фунт. при стрѣльѣ прогиба въ 100 футовъ.—Съ башнями кабели скрѣплены не неподвижно, а скользятъ на нихъ по блокамъ, причемъ сходящіе къ землѣ концы прочно въ ней зафундаментованы и подвержены натяженію въ 12 тоннъ. Интересна конструкція изоляторовъ, примѣненныхъ для уединенія проводовъ отъ металлическаго корпуса башенъ и въ мѣстахъ скрѣпленія ихъ съ землею. Изоляторы первого рода, подпорные, расположены подъ деревянной платформой съ блоками и изображены въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ разрѣзахъ на фиг. 6. Каждый изъ шести установленныхъ въ два ряда изоляторовъ состоитъ изъ четырехъ отдельныхъ фарфоровыхъ стаканчиковъ, скрѣпленныхъ между собою цементомъ изъ сѣры и надѣтыхъ на массивную стальную коническую головку, покрытую также фарфоровой муфтой. Безъ головки такой изоляторъ вѣситъ 75 англ. фут., причемъ вѣнчайшій діаметръ его равенъ 17 дюймамъ. Деревянная платформа для пяти чугунныхъ блоковъ снабжена соответствующими для подпирающихъ ее изоляторовъ углубленіями и приспособленіемъ для стока дождевой воды. Каждый рядъ изоляторовъ привинченъ къ тяжелой балкѣ, выдающейся на 8 футовъ за башенную стойку. Балки эти изъ высущенного и лакированного дерева также не мало способствуютъ изоляції, хотя и одни уже фарфоровые изоляторы обнаружили на произведенномъ испытаніи способность противостоять напряженію въ 10000 вольтъ при соединеніи одного провода со срединною головкой, а другого съ наружною поверхностью. Верхнія деревянныя платформы выварены также для болѣшой надежности въ парафинѣ.

Вначалѣ возникли опасенія относительно возможноти соприкосновенія отдельныхъ кабелей при качаніи ихъ вѣтромъ, и потому между ними былъ оставленъ промежутокъ въ 20 футовъ, но на практикѣ оказалось, что вслѣдствіе большого вѣса и ничтожной поверхности давленія вѣтра никакой опасности въ этомъ отношеніи не предвидится.—На фиг. 7



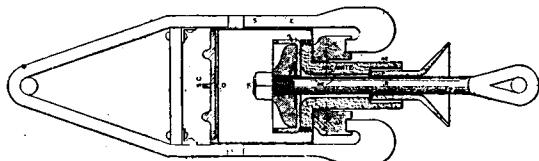
Фиг. 6.

башнями равенъ 4427 футамъ, а общее разстояніе между мѣстами скрѣпленія воздушныхъ проводовъ съ землей составляетъ около 6200 футовъ.

Четыре протянутыхъ съ одного берега на другой подвѣсныхъ кабеля (изъ вихъ одинъ вѣза

представленъ продольный разрѣзъ натяжного изолятора, а на фиг. 8 показано соединеніе съ кабелемъ при посредствѣ двухъ такихъ изоляторовъ у мѣста прикрѣпленія кабеля къ землѣ. Первоначально предполагалось брить и для этихъ изоляторовъ

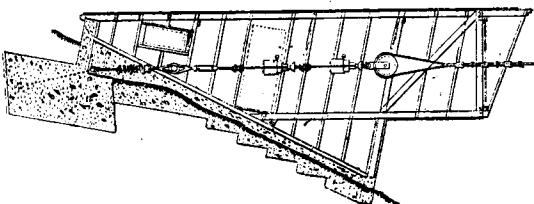
въ качествѣ изолирующего материала фарфоръ, но такъ какъ оказалось невозможнымъ достичь, пользуясь имъ, надлежащей механической крѣпости, то решено было примѣнить такъ наз. мikanитъ или



SE—стальной хомутъ.  
SC—латунная крышка.  
OT—масляный резервуаръ.  
L—вымка для проволоки.  
IT—мikanитовая изоляція.  
NE—парафиль.  
P—фарфоръ.  
R—спиральная тяга.  
AR—стальное кольцо.

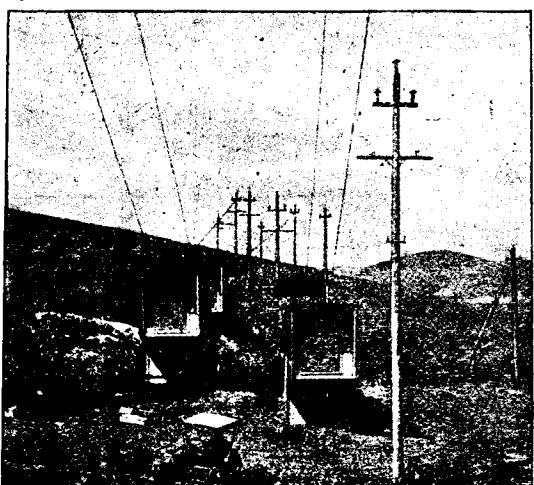
Фиг. 7.

прессованную слюду. Матеріалъ этотъ пригоденъ для требуемой цѣли какъ по своимъ механическимъ свойствамъ, такъ и діэлектрическимъ, но обладаетъ,



Фиг. 8.

впрочемъ, благодаря легко окисляющемуся шеллаку, склеивающему отдельные листочки слюды, недостаточнымъ поверхностнымъ сопротивлениемъ течению



Фиг. 9.

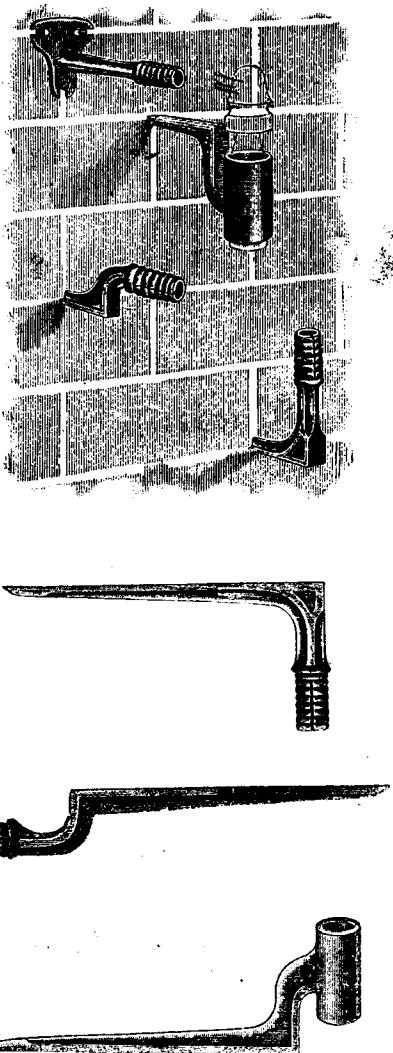
электричества. Какъ видно изъ чертежа, коническая фарфоровая трубка, надѣтая на спиральную тягу, обусловливаетъ полную изоляцію между послѣдней и стальнымъ кольцомъ. Налитое въ мѣдный резервуаръ масло дѣйствуетъ также въ качествѣ изолирующей среды между противолежащими частями изолятора.

Выемки и желобки, сдѣланные по ободу мikanитового флянца, увеличиваютъ еще болѣе протяженіе

изоляціонной поверхности, соприкасающейся съ масломъ, что способствуетъ болѣе надежному дѣйствию изолятора. На всякий случай, два такихъ изолятора соединены между собою послѣдовательно, такъ что если бы одинъ изъ нихъ почему либо пріѣхъ въ негодность, то другой предупредилъ бы всѣ такія возможности отведенія тока въ землю.—Отъ дѣйствія влаги изоляторы защищены устроенными юкругъ нюхъ камерами, въ передней стѣнкѣ, которыхъ имѣется стеклянное окно съ отверстіемъ въ 9 дюймовъ діаметромъ для пропуска висячаго кабеля, снаряженаго близъ камеръ съ проводами. — На фиг. 9 представленъ общий видъ берегового укрѣпленія кабелей.

(„Electr. World“ 1901).

**Кронштейны для изоляторовъ и т. п.**  
Весьма практичесны появившіеся недавно въ Америкѣ кронштейны и поддержки для изоляторовъ и т. п., приспособленные, какъ видно изъ прилагаемаго рисунка (фиг. 10) для непосредственнаго вбиванія въ



Фиг. 10.

кирпичныя или каменныя стѣны. По снятіи верхняго слоя штукатурки простымъ зубиломъ они непосредственно забиваются въ стыковые промежутки, что, конечно, гораздо удобнѣе, чѣмъ предварительное выбиваніе отверстія пробойникомъ для деревянной

втулки и последующего затягивания соответствующих частей во втулку.

(Electr. Review. 1901).

**Электрическое освещение корабля помощью втягивающего двигателя.** Английский пароход "Discovery", отправившийся недавно в полярную экспедицию к южному полюсу, имел электрическое освещение, ток для которого получается при посредстве втягивающего двигателя. Так как в антарктических странах трудно приобрести уголь и, кроме того, вместимость корабля недостаточна для принятия необходимого количества угля на такое далекое путешествие, то для приведения в действие динамо, осталось воспользоваться только втягивающей силой. Кстати не лишнее напомнить, что подобным же образом приводилось в движение динамо и на "Fram" Нансена, во время экспедиции к северному полюсу.

Устройство на "Discovery" состоит из втягивающего двигателя высотою в 6 м. с крыльями в 5 м. диаметром, на валу которого прикреплены две динамо, из которых одна дает 1,25 киловатт, при 50 вольт, другая же 1 к.в., при 40 в. Обе динамо включены последовательно. В обмотку индуктора последних включен вспомогательный автоматический регулятор, помощью которого при перемещении числа оборотов двигателя, напряжение остается постоянным. Если, напр. обе машины имели 500 оборотов в минуту, то все сопротивление регулятора введено в шунтовую обмотку меньшей машины, между тем как большая возбуждена полностью. У зажимов образуется при этом напряжение в 60 вольт. Если скорость возрастает, то возрастает также и напряжение большей машины, вследствие чего приходит в действие автоматический регулятор, выключающий сопротивление из малой машины и включающий его в обмотку индуктора большей машины. Таким образом, напряжение приводится опять к нормальному величине. При посредстве подобного регулирования, несмотря на изменение числа оборотов между 500 и 2000 в минуту, напряжение практически остается постоянным. Все это приспособление может быть установлено где-либо на корабль, до тех пор, пока не подойдет к какому-нибудь месту назначения. Если понадобится электрическое освещение для измерительных приборов или для наблюдательных станций, которые установлены на суши вблизи корабля, то это достигается примением гибких кабелей, которые присоединяются на корабль к соединительным муфтам. Возможно также, наоборот, установить втягивающий двигатель вместе с динамами на суши и подвести ток к кораблю помочью кабелей. Втягивающий двигатель дает 3 лошад. силы при скорости ветра в 24 килом. в час.

(E. T. Z., 1901).

## БИБЛИОГРАФИЯ.

Несколько слов о книгах Л. Свенторжецкого: "Электротехника". Основные законы, техническая измерение, аккумуляторы, динамо-машины и электродвигатели постоянного тока. Второе издание, значительно дополненное и переработанное "Учебника электротехники" и "Электродвигателей постоянного тока". 1901. Издание К. Л. Риккера. Текст 449 стр., атлас черт. 65 отд. таблицы, в 8 б. д. л. Цена с отдельными атласом, 7 руб.

Я разберу только те §§, в которых изложены "основные законы": теория потенциала, электростатика; законы постоянного тока; магнетизм, электромагнетизм и электромагнитная индукция; и скажу также несколько слов о тех §§, в которых изложена теория гальванических элементов.

Электростатика и теория потенциала изложены несколько лучше, чем остальные §§ той области, которую я разбираю, но и то не свободны от некоторых важных ошибок. Так, напр., известный закон — первостепенной важности! — по которому потенциал внутри проводника, находящегося в равновесии, должен быть везде одинаковым и равным потенциалу на поверхности, г. Свенторжецкий выводит так: он воображает себе некоторый заряженный шар и при томъ с той щій отдельно, вдали отъ другихъ проводниковъ (г. С. не говоритъ этого прямо, но не будь соблюдено это условіе, зарядъ на поверхности шара не распредѣлился бы равномерно и доказательство г. С. еще бы большее пострадало) и выводитъ, что внутри такого шара напряженіе электрическаго поля равно всюду нулю и пишетъ: на этомъ основаніи, что "напряженіе поля внутри наэлектризованного проводника"\*) равно нулю! (см. стр. 15), не приведя ни малѣйшихъ оправданій — ни даже поводовъ, для такого обобщенія.

Въ другомъ мѣстѣ (см. стр. 20—21) г. С. выводитъ, что электрическая энергія отдельно стоящаго проводника, котораго зарядъ =  $Q$ , а потенциалъ =  $V$ , буде  $= \frac{1}{2} QV$  и пишетъ прямо — на этомъ основаніи (а если не на этомъ, то не знаю на какомъ?): "Если мы имѣли не одинъ проводникъ, а несколько неподвижныхъ проводниковъ, изолированныхъ другъ отъ друга [но действующихъ одинъ на другой!], то энергія всей системы при конечныхъ зарядахъ  $Q_1, Q_2, Q_3$ , и при конечныхъ потенциалахъ  $V_1, V_2, V_3$  будетъ

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Q_i V_i .$$

Это совершенно вѣрно, но это теорема, которую должно доказать и которая вовсе не вытекаетъ прямо изъ того, что для одного отдельного проводника имѣетъ мѣсто формула:

$$A = \frac{1}{2} QV.$$

И законъ Ома и установление единицы электричества изложены очень нечетко и смутно. Рассматривается это утверждение я долженъ оставить голословнымъ — иначе, вѣдь, мнѣ пришлось бы перепечатать цѣликомъ несколько страницъ.

Я упомяну еще, вскользь, что напрасно авторъ считаетъ, будто "консервативную систему" называется лишь система точекъ, между которыми действуютъ центральная и обратно пропорциональная вадратамъ разстояній силы.

По моему также авторъ совершенно не правъ, утверждая, будто "явление статического электричества не имѣетъ прямого техническаго значенія. Въ технике они встречаются рѣдко и то лишь въ видѣ побочныхъ явлений въ перемѣнныхъ токахъ". Еслиъ еще авторъ сказалъ, что техника мало пользуется явлениями, о которыхъ рѣчь — другое дѣло; но съ читателемъ съ этими явлениями ей приходится очень и очень — при установкахъ высокаго напряженія. При чемъ я напомню, что въ настоящее время можно указать не мало установокъ и постоянного тока очень высокаго напряженія.

При этомъ нельзя не пожалѣть, что авторъ не удѣляетъ вниманія "электрическому напряженію на заряженныхъ проводникахъ" (которое, разумѣется, не должно смѣшивать съ напряженіемъ электрическаго тока — "вольтажемъ").

Глава объ абсолютныхъ и практическихъ единицахъ оставляетъ тоже желать очень многаго. Въ ней въ другъ появляются размѣрныя уравненія и "правило символовъ", данное Максулемъ\* и авторъ

\*) Курсивъ (наборъ съ разрядкой) здѣсь и въ другихъ цитатахъ мой.

\*\*) Къ слову сказать, я не понимаю, при чемъ здѣсь конечность зарядовъ и потенциаловъ?

прямо, предупредивъ лишь, что  $C$  обозначаетъ сантиметръ,  $G$ —граммъ и  $S$ —секунду, начинаетъ писать утверждениа въ такомъ родѣ: „Скорость  $v = \frac{s}{t}$  =  $C \cdot S^{-1}$ “, ускореніе  $a = \frac{v}{t} = C \cdot S^{-2}$  и т. д.; но

мнѣ кажется, что лица, знакомыя съ трудами Максуеля, едва ли имѣютъ нужду въ учебниѣ, въ которомъ излагаются самыя основныя, самыя начальныя понятія.

Въ главѣ обѣ электромагнетизмѣ, см. стр. 46 и 47, мы наталкиваемся на какой-то—да простить мнѣ авторъ это выраженіе—рѣлѣ-мѣлѣ такихъ понятій, какъ напряженность намагниченія, намагничивающая сила, токъ магнитной индукціи... и по автору выходитъ, что напряженіе магнитаго поля въ данномъ желѣзномъ стержнѣ, вставленномъ въ соленоидъ въ очень много разъ болѣе, чѣмъ она была въ соленоидѣ до вложенія желѣзаго стержня! Затѣмъ выходитъ, что „каждой линіи силы соленоида будетъ соотвѣтствовать 4тк линій силъ желѣза“ и появляются какъ-я-то формулы, которыя по г. С., повидимому, вытекаютъ одна изъ другой. Авторъ не замѣчаетъ также, что по его разсужденіямъ выходитъ, будто напряженность магнитнаго поля въ желѣзномъ кольцѣ, объгаемомъ токомъ, будетъ гораздо болѣе, чѣмъ, напр., въ стеклянномъ, тогда какъ на самомъ дѣлѣ въ первомъ кольцѣ значительне болѣе лишь токъ магнитной индукціи. Правда, есть и профессора университетовъ, которые очень много путаютъ, говоря обѣ электромагнетизмѣ и обѣ электромагнитной индукції,—но тѣмъ хуже для нихъ и въ особенности для ихъ студентовъ \*).

Глава обѣ „Индукціи при движеніи проводника въ магнитномъ полѣ“ и глава о гальваническихъ элементахъ много лучше, но и эта послѣдня не свободна отъ крупныхъ неправильностей. Такъ, въ самомъ ся началѣ (см. стр. 91) г. С. утверждаетъ, какъ иначѣто вполнѣ доказанное, что „при kontaktѣ двухъ металловъ, какъ, напримѣръ, мѣдь и цинкъ, появляется опредѣленная разность потенціаловъ. Эта разность зависитъ только отъ природы тѣлъ и ихъ температуры“, а между тѣмъ это не только не доказано, но болѣе, чѣмъ сомнительно или прямо не вѣрно, и опытъ Томсона (lorda Кельвина), на который ссылается г. С., вовсе не доказательнъ, какъ это вполнѣ твердо установила Новая Электротехника.

Также и при вычисленіи электродвижущей силы гальваническаго элемента по теплу, выдѣляемому происходящей тамъ реакцией, авторъ дѣлаетъ ошибку, положимъ очень обычную, но все же очень крупную: въ дѣйствительности, по теплу реакціи вовсе нельзя вычислить электродвижущую силу. Обѣ осмотической же теоріи гальваническихъ элементовъ, г. С. даже и не упоминаетъ.

Я могъ бы еще указать въ различныхъ, разобраныхъ мною главахъ книги г. С. кое-какія довольно существенныхъ ошибки, но я полагаю, что и тѣхъ, которыя я указалъ, вполнѣ достаточно, чтобы признать что книга г. С. не можетъ дать электротехнику необходимыхъ свѣдѣній по электрофизикѣ.

Tay.

Cours de la Faculte des sciences de Paris. Cours d'Electricité, par H. Pellat, professeur   la Faculte des sciences de l'université de Paris. Tome I. Electrostatique.—Lois d'Ohm.—Thermo- lectricit . Paris. Gauthier—Villars, impr.—libr. 1901. VI+329 pp.

Курсъ электричества. А. Пелла. Томъ I. Электростатика. Законъ Ома. Термоэлектричество. Парижъ.

\*) Хотя я, впрочемъ, готовъ признать, что предметъ, о которомъ рѣчь—довольно трудный.

Главное содержаніе этого тома курса проф. Пелла составляетъ электростатика (257 страницъ); лишь двѣ послѣднія главы (стр. 258—366) посвящены законамъ электрическаго тока и термоэлектричеству.

Авторъ излагаетъ теорію электростатическихъ явлений по оригинальному методу, который онъ называетъ „неоснованнымъ на законѣ Кулона“. Дѣйствительно, этотъ законъ упоминается только съ 253 страницы, въ X-ой главѣ. Авторъ находитъ, что элементарный законъ Кулона относится лишь къ случаю однороднаго діэлектрика, раздѣляющаго двѣ электрическія массы, и что „отнюдь не очевидно“ (р. 256) примѣненіе его къ случаю неоднороднаго діэлектрика, присутствія многихъ массъ и нахожденія металлическихъ тѣлъ на пути прямой, соединяющей взаимодѣйствующіе заряды, этотъ недостатокъ очевидности заставляетъ автора искать другихъ оснований электростатики, хотя онъ и соглашается, что при самомъ широкомъ примѣненіи закона Кулона, „всѣ слѣдствія отличнно оправдываются на опыте“ и представляютъ собою то-же самое, что выведено авторомъ въ курсѣ (l. c.). Отсюда слѣдуетъ, что упомянутыя новыя основанія по очевидности такъ сказать непосредственной, а не въ слѣдствіяхъ, выше Кулоновскаго закона.

Законъ Кулона съ потенціальную функциею и ея теоріею съ первой половины XIX в. представляетъ такой заманчивый своею детальною обработкою и математическою послѣдовательностью методъ, что огромное большинство курсовъ электричества, появившихся за послѣдніе полстолѣтіе, различались лишь тою или иною группировкою одного и того же математического материала или варіаціями въ доказательствахъ однихъ и тѣхъ же формулъ; вопросъ о дѣкартовской очевидности основныхъ положеній былъ на послѣдніемъ планѣ; наука и безъ этого называлась очи-ти-ю ввиду происхожденія закона Кулона и важной опытной проверки его приближенія къ истинѣ, сдѣланной Кевендишемъ и Максвеллемъ. Въ какомъ смыслѣ можно быть неудовлетвореннымъ этою математическою теоріею? Можно утверждать, что Кулоновскѣе взаимодѣйствіе электрическихъ массъ есть лишь кажущееся, есть лишь видимый результатъ дѣйствія среды, находящейся между ними (Фарадей), и что слѣдуетъ раскрыть физической смыслъ тѣхъ математическихъ символовъ (какъ силовыхъ линій, потенціальную функцию), которыми отъ закона Кулона переходятъ къ сложнымъ случаямъ распределенія зарядовъ.

Въ работахъ Фарадея, Д. Д. Томсона, Максвелля, Больцмана и Эберта, представляются именно способы физического пониманія силовыхъ линій и вывода закона Кулона изъ механическихъ явлений въ средѣ.

Методъ Пелла глубоко отличается отъ направленія школы этихъ фарадеистовъ; главнѣйшіе представители французской науки, какъ Пуанкаре, Липпманъ, никогда не оказывались абсолютными приверженцами этой школы; Пелла не признаетъ дѣйствія на разстояніе: „всѣ дѣйствія, которыя намъ кажутся произведенными на разстояніи, происходятъ отъ измѣненія окружающей среды“ (р. 71), но не это измѣненіе служить ему ключемъ къ объясненію явлений; главными основаніями метода Пелла являются поверхностное натяженіе въ наэлектризованномъ проводнике и теорія потенціала, выведенная изъ понятія о работѣ. Поверхностное натяженіе выясняется, какъ опытный фактъ (р. 69\*); ему придается такое значение: „вообще говоря, разсмотрѣніе однѣхъ только силъ натяженія достаточно для объясненія механическихъ явлений на наэлектризованномъ проводнике“ (р. 70); теорія потенціала постоянно соединяется съ понятіемъ обѣ обратимыхъ процессахъ, о бѣзконечно маломъ реиленишерѣ Томсона (рр. 90, 204, 79 и др.). Но въ первыхъ шагахъ вывода этихъ основаній ме-

\*) Поверхностному слою приписывается даже опредѣленная толщина „мѣръ десятой мм.“ (р. 40).

тода Пелла читатель видеть ничто иное, какъ Кулоновскія взаимодѣйствія.

Электростатика Пелла представляеть собою что-то среднее между Кулоновскимъ и Фарадеевскимъ учениями, если возможно что-нибудь среднее между этими крайностями; можетъ быть, въ дальнѣйшемъ развитіи своихъ характерныхъ чертъ, она найдеть примѣненіе въ современной путаницѣ основныхъ понятій, введенной представленіемъ обѣ юнахъ.

Кромѣ метода, курсъ Пелла интересенъ тщательностью и ясностью изложения нѣкоторыхъ мѣстъ, какъ, напр., обѣ энергіи конденсатора (р. 183), о поляризаціи діэлектрика (р. 240 и слѣд.), экспериментальною постановкою положеній, причемъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ даются даже указанія относительно условій удачи опыта (§ 13 и 15, р. 4, 41, 57, 69, 181, 182, 190, 199).

Глава VII, посвященная электрическому разряду, содержитъ краткое описание разрядовъ въ газахъ, причемъ упомянуты лишь изслѣдованія французскихъ физиковъ; впрочемъ, незнакомство съ иностранною литературую въ этомъ мѣстѣ курса выступаетъ лишь особенно рѣзко.

Относительно ученія о токѣ, можно отмѣтить попытку автора связать ученіе обѣ электростатическомъ потенціалѣ съ ученіемъ о токѣ (р. 259).

B. L.

На основаніи ст. 16 п. 7 Высочайше утвержденного 4 Июня 1899 года Положенія о мѣрахъ и вѣсахъ.

«Утверждаютъ» 8 Декабря 1901 г.

Подпись: Министръ Финансовъ  
Статсъ-Секретарь *Витте*.

Временные правила для испытанія и поверки электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ, представляемыхъ въ Главную Палату мѣръ и вѣсовъ.

### I. Испытаніе пригодности системъ и типовъ электрическихъ счетчиковъ.

1. Съ 1 Января 1903 года для расчета между абонентами и поставщиками электрической энергіи допускается примѣненіе электрическихъ счетчиковъ лишь тѣхъ системъ и типовъ (видоизмѣненій системы), которые послѣ испытанія Главною Палатою мѣръ и вѣсовъ будутъ признаны сю пригодными для указанной выше цѣли.

*Примѣчаніе.* Установленные до 1 Января 1903 года электрические счетчики системъ и типовъ, не признанныхъ Главною Палатою пригодными къ примѣненію, могутъ оставаться на прежнихъ мѣстахъ установки не дольше 1 Января 1908 года.

2. Испытаніе представляемыхъ въ Главную Палату системъ и типовъ электрическихъ счетчиковъ въ отношеніи пригодности ихъ для расчета между абонентами и поставщиками электрической энергіи состоять въ главныхъ чертахъ въ слѣдующемъ:

а) въ опредѣленіи отступленія показаній счетчиковъ отъ истинной величины при различныхъ нагрузкахъ какъ при *увеличении*, *обратномъ* и при

уменьшении нагрузки, а для счетчиковъ *перемѣннаго* тока сверхъ того какъ при *безъиндукціонной* нагрузкѣ (напр. лампы накаливанія), такъ и при *индукціонной* (напр. электрическіе двигатели),

б) въ опредѣленіи зависимости показаній счетчиковъ отъ измѣненій напряженія, температуры и другихъ подобныхъ обстоятельствъ въ тѣхъ предѣлахъ, въ какихъ эти измѣненія могутъ происходить при пользованіи счетчиками въ нормальныхъ условіяхъ,

в) въ опредѣленіи, достаточно ли надежна конструкція и исполненіе счетчиковъ, чтобы не было основанія ожидать измѣненія показаній, превышающаго установленные допуски, какъ отъ переноски и перевозки при соблюденіи надлежащихъ предосторожностей, такъ и при работѣ въ нормальныхъ условіяхъ въ теченіе опредѣленного срока (напр. около двухъ лѣтъ).

3. Для испытанія типа электрическихъ счетчиковъ должно быть представлено не менѣе 5 счетчиковъ для различныхъ мощностей, съ приложениемъ описанія и схематическихъ чертежей, поясняющихъ устройство и нормальная условія употребленія счетчиковъ означенного типа.

*Примѣчаніе.* По крайней мѣрѣ одинъ изъ представленныхъ на испытаніе электрическихъ счетчиковъ, чертежи и описание остаются въ Главной Палатѣ, остальные же счетчики послѣ испытанія возвращаются владѣльцу оныхъ.

4. Послѣ испытанія (§ 2), которое должно быть окончено въ срокъ не болѣе 6 мѣсяцевъ, если въ силу какихъ-либо исключительныхъ обстоятельствъ не потребуется болѣе продолжительный срокъ, владѣльцу счетчиковъ сообщаются письменно результаты испытанія и, если эти результаты признаны будутъ удовлетворительными, выдается свидѣтельство о пригодности представленного типа.

5. Электрическіе счетчики представляемаго къ испытанію типа должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

а) электрическій счетчикъ долженъ имѣть обозначеніе фирмы и фабричный номеръ,

б) на электрическомъ счетчикѣ должна быть обозначена наибольшая допускаемая для него нагрузка и напряженіе, для котораго онъ назначается (напр. 50 амперъ при 100 вольтахъ или 5000 уаттъ при 100 вольтахъ).

в) если электрическій счетчикъ назначенъ для опредѣленного только рода тока, то должно быть соответствующее указаніе (для постояннаго, для *перемѣннаго* тока и т. п.); у счетчиковъ *перемѣннаго* тока, показанія которыхъ зависятъ отъ числа *перемѣнъ*, должно быть указано число *перемѣнъ*, для котораго счетчикъ назначается,

г) на электрическомъ счетчикѣ должно быть ясное обозначеніе единицъ (гектоуаттъ-часы, килоуаттъ-часы, амперъ-часы и т. п.), какимъ отвѣчаютъ дѣленія на циферблатахъ, а въ счетчикахъ съ выскакивающими цифрами — значение этихъ цифръ.

д) электрический счетчикъ долженъ имѣть кожухъ, предохраняющій его въ достаточной мѣрѣ отъ загрязненія,

е) устройство кожуха должно быть таково, чтобы электрический счетчикъ могъ быть запломбированъ, и чтобы установка, присоединеніе проводовъ и пускъ въ ходъ счетчика могли быть произведены безъ снятія кожуха,

ж) отверстія въ кожухѣ для отсчета показаній на циферблатахъ электрическаго счетчика и для наблюденія за подвижной частью счетчика (например, дискомъ) должны быть закрыты стеклами, закрѣпленными съ внутренней стороны кожуха,

з) электрический счетчикъ долженъ имѣть соединеніе шунтовой и толстой (рабочей) обмотокъ въ кожуха, закрывающаго самый механизмъ счетчика, такъ чтобы отдѣленіе шунтовой обмотки при повѣркѣ не представляло затрудненій и не требовало снятія кожуха. Зажимы на концахъ шунтовой и толстой обмотокъ должны закрываться особыми кожухами, которые могли бы быть запломбированы поставщикомъ электрической энергіи,

и) электрическіе счетчики съ вращающейся частью (моторные) должны имѣть дополнительное колесико для удобнаго счета числа оборотовъ, или на самомъ счетчикѣ должно быть ясное указаніе отношенія числа оборотовъ къ показаніямъ самаго счетнаго механизма. Для счетчиковъ маятниковой системы время, въ теченіе котораго наиболѣе быстро движущаяся стрѣлка дѣлаетъ полный оборотъ, должно быть не болѣе 6 минутъ при полной нагрузкѣ.

6. При испытаніи (§ 2) представленные электрическіе счетчики должны относительно своихъ показаній удовлетворять требованіямъ, изложеннымъ ниже въ § 13 относительно повѣрки отдѣльныхъ электрическихъ счетчиковъ, или по крайней мѣрѣ имѣть приспособленія для удобной регулировки согласно этимъ требованіямъ.

## II. Повѣрка электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ.

7) Главная Палата мѣръ и вѣсовъ принимаетъ къ повѣркѣ измѣрительные электрическіе приборы въ зависимости отъ имѣющихся въ ней въ данное время приспособленій для означенной повѣрки.

Какого рода измѣрительные приборы и для какой предѣльной нагрузки принимаются къ повѣркѣ, доводится до всеобщаго свѣдѣнія путемъ объявленій.

8. Срокъ выдачи прибора послѣ повѣрки опредѣляется при приемѣ и обозначается въ выдаваемыхъ квитанціяхъ. Счетчики электрической энергіи, представляемые въ числѣ отъ 1 до 10 одинаковыхъ экземпляровъ, повѣрка которыхъ можетъ производиться одновременно, выдаются обратно не позже, какъ черезъ 7 дней (не считая дней непріусытвенныхъ).

9. Для электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ, назначенныхъ для промышленнаго употребленія, такъ, напримѣръ, счетчиковъ электрической анергіи, амперметровъ, вольтметровъ и уаттметровъ для распределительныхъ досокъ, Главная Палата устанавливаетъ опредѣленные допуски, въ предѣлахъ которыхъ показанія прибора считаются правильными.

10. Послѣ повѣрки выдаются свидѣтельства, удостовѣряющія степень пригодности приборовъ.

11. Контрольные приборы, служащіе для повѣрки счетчиковъ, назначенныхъ для расчета абонентовъ съ поставщиками электрической энергіи, должны быть periodически провѣряемы въ Главной Палатѣ. Послѣ повѣрки такие приборы выдаются владельцамъ запломбированными или запечатанными. Срокъ годности свидѣтельствъ для такихъ приборовъ опредѣляется Главною Палатою въ зависимости отъ рода прибора и обозначается въ самихъ свидѣтельствахъ.

## Повѣрка приборовъ для промышленнаго употребленія.

### Счетчики электрической энергіи.

12. Представляемые къ повѣркѣ въ Главную Палату электрическіе счетчики должны удовлетворять требованіямъ § 5 или, временно, по крайней мѣрѣ требованіямъ п.п. а, б, в, г, и д указанныго параграфа.

13. Пригодными къ примѣненію для расчета абонентовъ съ поставщиками электрической энергіи признаются электрическіе счетчики, удовлетворяющіе при повѣркѣ слѣдующимъ условіямъ.

а) безъ нагрузки (напр. при замыканіи одной шунтовой обмотки) электрическій счетчикъ не долженъ измѣнять своихъ показаній болѣе какъ на 0,005 величины, соотвѣтствующей за тотъ же періодъ времени полной нагрузкѣ.

б) коэффиціенты, на которые нужно помножать показанія электрическаго счетчика для получения истиннаго числа уаттъ-часовъ при 100%, 50% и 10% наибольшей допускаемой для счетчика нагрузки, не должны отличаться болѣе  $\pm 3\%$  отъ средняго ариѳметическаго этихъ трехъ коэффиціентовъ, которое и принимается за коэффиціентъ счетчика.

в) нагрузка, при которой электрическій счетчикъ начинаетъ дѣйствовать, не должна превышать 2% наибольшей допустимой для него нагрузки.

*Примѣчаніе.* Въ случаѣ заявленнаго владельцемъ счетчика желанія, кожухъ счетчика, признаннаго пригоднымъ къ примѣненію, пломбируется Главною Палатою, если выполнено условіе § 5 п. е.

14. Начиная со срока, о которомъ будетъ объявлено своевременно, всѣ электрическіе счетчики, удовлетворяющіе условіямъ, изложеннымъ въ §§ 12 и 13, будутъ пломбироваться съ обозначеніемъ на пломбѣ года и мѣсяца повѣрки. Срокъ годности свидѣтельствъ, выдаваемыхъ для запломбированныхъ счетчиковъ, будетъ опредѣленъ особымъ распоряженіемъ.

15. Повѣрка на мѣстѣ установки электрическаго счетчика производится въ слѣдующихъ случаяхъ:

- а) въ случаѣ судебнай экспертизы,
- б) по просьбѣ абонента или поставщика электрической энергіи въ томъ случаѣ, если доставка въ Главную Палату сопряжена съ существенными неудобствами,

в) по собственному почину Главной Палаты. Повѣрка въ этомъ послѣднемъ случаѣ производится съ согласія абонента и притомъ бесплатно.

16. Время повѣрки въ случаяхъ, обозначеныхъ въ § 14 п.п. б и в, назначается по соглашенію съ заинтересованными сторонами, но неявка въ назначенный срокъ довѣренного лица со стороны поставщика электрической энергіи не должна служить препятствіемъ для производства повѣрки чинами Палаты.

17. При повѣркѣ на мѣстѣ коеффиціентъ электрическаго счетчика для расчета абонента съ поставщикомъ электрической энергіи выводится какъ среднее изъ коеффиціентовъ при полной и обыкновенной нагрузкахъ въ сѣти у абонента, при чьемъ эти послѣдніе коеффиціенты не должны отличаться отъ средняго болѣе  $\pm 4\%$ .

18. При вновь устанавливаемыхъ начиная съ 1 юля 1902 года, электрическихъ счетчикахъ должны быть устраиваемы специальные зажимы для удобнаго включения контрольныхъ приборовъ при повѣркѣ на мѣстѣ.

*Амперметры, вольтметры и уаттметры.*

19. Представляемые для повѣрки въ Главную Палату амперметры, вольтметры и уаттметры должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- а) приборы должны иметь обозначеніе фирмы и фабричный номеръ,
- б) приборы должны иметь обозначеніе единицъ, въ которыхъ они даютъ показанія,

в) приборы, назначаемые для опредѣленнаго рода тока, должны иметь соотвѣтствующее указаніе (для постояннаго, для перемѣннаго тока); на приборахъ для перемѣннаго тока, показанія которыхъ зависятъ отъ числа перемѣннъ, должно быть обозначено число перемѣннъ, для котораго приборъ назначается,

г) приборы должны обладать конструкціей, не дающей основанія ожидать быстраго измѣненія показаній, выходящаго изъ предѣловъ установленныхъ допусковъ,

д) части прибора, измѣненія въ которыхъ могутъ вліять на правильность показаній, должны закрываться кожухомъ, могущимъ быть запломбированнымъ.

20. Амперметры, вольтметры и уаттметры провѣряются по крайней мѣрѣ въ трехъ точкахъ шкалы, при увеличеніи и при уменьшеніи нагрузки. На провѣренные приборы налагается клеймо Главной Палаты, если отступленія ихъ показаній отъ действительной величины не превышаютъ 0,2 величины, соотвѣтствующей промежутку между двумясосѣдними дѣленіями, а въ приборахъ, где для употребленія назначена одна изъ ограниченнага

часть шкалы, отступленія не должны быть болѣе 0,01 измѣряемой величины.

*Повѣрка точныхъ измѣрительныхъ приборовъ.*

21. Представляемые для повѣрки въ Главную Палату мѣръ и вѣсовъ точные измѣрительные приборы должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

- а) приборы по конструкціи своей не должны давать повода ожидать при правильномъ поѣзданіи ими быстрой и съучайной измѣнчивости своихъ показаній.

б) части приборовъ, въ которыхъ могутъ быть произведены поврежденія, трудно замѣчаемыя, должны быть надежнымъ образомъ защищены.

22. Представляемыя къ повѣркѣ отдѣльныя сопротивленія или наборы (магазины) сопротивленій должны быть изготовлены изъ новаго серебра, манганина, константана и т. п. сплавовъ, у которыхъ проводимость мѣняется съ температурой лишь незначительно.

23. Сопротивленія для обыкновенныхъ техническихъ измѣреній, т. е. такія, у которыхъ погрѣшности не превышаютъ  $\pm 0,005$  ихъ величины при температурѣ  $15^{\circ}$  Ц., провѣряются съ точностью до 0,001.

24. Сопротивленія для точныхъ измѣреній, т. е. такія, у которыхъ погрѣшности не превышаютъ  $\pm 0,001$  ихъ величины, провѣряются съ точностью до 0,0001 при двухъ температурахъ.

Подпись: Управляющій Отдѣломъ  
*В. Михневичъ.*

Скрѣпиль: Начальникъ Отдѣленія  
*А. Мурашкинцевъ.*

На основаніи отд. VI ст. 2 п. б Высочайше утвержденного 4 Іюня 1899 г. миція Государственнаго Совета по проекту Положенія и мѣрахъ и вѣсахъ.

„Утверждаю“ 8 Декабря 1901 г.

Подпись: Министръ Финансовъ,  
Статья-Секретарь *Витте.*

Такса за повѣрку электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ, представляемыхъ въ Главную Палату мѣръ и вѣсовъ.

*1. Счетчики электрической энергіи.*

1. За повѣрку отдѣльнаго электрическаго счетчика независимо отъ нагрузки—3 руб. и сверхъ того за каждые 100 уаттъ или 1 амперъ (при 100—125 вольтахъ) наибольшей означенной на счетчикѣ нагрузки по 3 коп.

2. При доставкѣ къ повѣркѣ нѣсколькихъ одинаковыхъ электрическихъ счетчиковъ, которые могутъ быть провѣрены совмѣстно, съ основной платы въ 3 рубля дѣлается скидка въ указанныхъ ниже размѣрахъ.

Основн. плата  
за каждый  
счетчикъ.

При доставкѣ	2	счетчик. скидка 10%	2 р. 70 к.
" "	3	" 15	2 р. 55 к.
" "	4	" 20	2 р. 40 "
" "	5	" 25	2 р. 25 "
" "	6	" 30	2 р. 10 "
" "	7	" 35	1 р. 95 "
" "	8	" 40	1 р. 80 "
" "	9	" 45	1 р. 65 "
" "	10 и болѣе	счетчик. 50	1 р. 50 "

3. За поверку электрическаго счетчика на мѣстѣ постановки взыскивается сверхъ приведенной выше, платы стоимость проѣзда поверителя и перевозки приборовъ на мѣсто нахожденія счетчика и обратно, а также вознагражденіе поверителю въ размѣрѣ трехъ рублей за работу не болѣе 4 часовъ.

4. За испытаніе типа электрическихъ счетчиковъ въ отношеніи пригодности ихъ для разсчета между абонентами и поставщиками электрической энергіи 100 руб.

*II. Амперметры, вольтметры и уаттметры для распределительныхъ досокъ.*

5. За вывѣрку въ трехъ точкахъ шкалы: амперметровъ и уаттметровъ (для 150 вольтъ) до 100 амперъ . . . . .	1 р. 50 к.
за каждую точку сверхъ трехъ . . . . .	— " 25 "
амперметровъ и уаттметровъ (для 150 вольтъ) на 100—500 амперъ . . . . .	2 " 50 "
за каждую точку сверхъ трехъ . . . . .	— " 40 "
амперметровъ и уаттметровъ (для 150 вольтъ) на 100—500 амперъ . . . . .	4 " — "
за каждую точку сверхъ трехъ . . . . .	— " 50 "
За поверку уаттметровъ для всякихъ напряженій выше 150 вольтъ сверхъ того, . . . . .	1 " 50 "
6. За поверку въ трехъ точкахъ шкалы:	
вольтметровъ до 150 вольтъ . . . . .	1 " 50 "
за каждую точку сверхъ трехъ . . . . .	— " 25 "
вольтметровъ до 600 вольтъ . . . . .	2 " 50 "
за каждую точку сверхъ трехъ . . . . .	— " 40 "
вольтметровъ отъ 600 до 3000 вольтъ . .	4 " — "
за каждую точку сверхъ того. . . . .	— " 50 "

*III. Точные уаттметры.*

7. За поверку уаттметровъ до 1000 уаттъ для напряженія не выше 150 вольтъ за поверку уаттметровъ отъ 1000 до 10000 уаттъ для напряженія не выше 150 вольтъ . . . . .	5 " — "
за поверку уаттметровъ отъ 10000 до 20000 уаттъ для напряженія не выше 150 вольтъ . . . . .	6 " — "
за поверку уаттметровъ отъ 20000 до 30000 уаттъ для напряженія не выше 150 вольтъ . . . . .	7 " — "
за поверку уаттметровъ отъ 20000 до 30000 уаттъ для напряженія не выше 150 вольтъ . . . . .	8 " — "
За поверку уаттметровъ для всякихъ напряженій выше 150 вольтъ сверхъ того. . . . .	1 " 50 "

*IV. Сопротивленія.*

За поверку отдѣльного техническаго сопротивленія изъ какого-либо металла при точности до 0,001 измѣряемой величины . . . . .	1 " — "
за поверку магазина техническихъ сопротивленій основная плата . . . . .	1 " — "
за каждое отдѣльное сопротивленіе въ магазинѣ сверхъ того по . . . . .	— " 25 "

9. За поверку точныхъ сопротивленій (при точности до 0,0001) плата въ четыре раза болѣе чѣмъ въ § 8.

*V. Нормальные элементы.*

10. За поверку нормального элемента Латимера—Кларка или Вестона . . . . . 1 " — "

*VI. Различные электрическія изслѣдованія.*

11. За изслѣдованія и измѣренія, неупомянутыя въ предыдущихъ отдѣлахъ, плата назначается Помощникомъ Управляющаго Главною Палатою, по предварительной оцѣнкѣ потребнаго на работу времени, считая по 2 руб. за часъ на одного изслѣдователя.

*Примѣчаніе.* Объявленія, относящіяся къ приборамъ, представляемымъ для поверки или испытанія, и къ различнымъ электрическимъ изслѣдованіямъ, подаются въ Главную Палату вмѣстѣ съ квитанціями Казначейства обѣ уплатѣ причитающихся за поверку или изслѣдованіе денегъ (ст. 40 Положенія о мѣрахъ и вѣсахъ). Внесенная плата не возвращается, если даже приборъ не можетъ быть провѣренъ всѣмъ ствомъ своей неисправности. При неисправности электрическихъ счетчиковъ въ этомъ случаѣ часть платы, взимаемая въ зависимости отъ обозначенной на счетчикѣ наибольшей нагрузки (см. § 1 Таксы), можетъ быть зачтена за поверку другихъ приборовъ, представленныхъ тѣмъ-же лицомъ.

Подпись: Управляющій Отдѣломъ *В. Михневич*  
Скрѣпилъ: Начальникъ Отдѣленія *А. Муранинцевъ*

*Опечатки въ № 23 за текущій годъ.*

стр.	столб.	строка	должно быть
334	правый	2 снизу	въ знаменателѣ про пущенъ коеффиц. 4
		1 "	въ знаменателѣ должно быть $V^2$ , не $V$
335	лѣвый	4 "	въ знаменателѣ — 3z, а не 2
		5 "	въ числителѣ z + а не 3 + 1
	прав.	9 и 10 сверху	пропущены запя тыя между 10 и $a$ $\frac{1}{4}$ и V 600 и t 17 и 6
336	лѣвый	25 "	знакъ —, а не —
337	правый	24 "	+ 1,6 р., а не -1,6 р.
338	"	26 снизу I, а не J	
	лѣвый	7 сверху	въ знаменателѣ точ ка, а не запятая z
		9 "	0,795 ома
		13 "	корень 3-й степени а не 2
		14	корень 2-ой степени а не 4.