№ 23—24. 1899. ДЕКАБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Описаніе нѣкоторыхъ новыхъ линій электрическихъ желѣзныхъ дорогъ *).

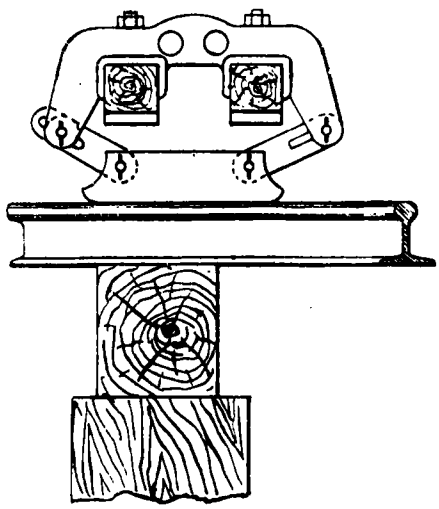
(Изъ поѣздокъ по Америкѣ и Европѣ инж. п. с. Г. І. Графтіо и техника Б. І. Минкевича).

Предсѣдательствующій А. И. Смирновъ. Въ настоящемъ Соединенномъ Собраніи Г. І. Графтіо сдѣлаетъ намъ докладъ объ электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ въ Америкѣ, съ устройствомъ которыхъ онъ имѣлъ возможность подробно ознакомиться во время своей заграничной командировки туда, вмѣстѣ съ г. Минкевичемъ. (*Къ Г. І. Графтіо*) Прошу васъ начать докладъ.

Г. І. Графтіо. Въ настоящемъ докладѣ я предполагаю, возможно кратко, чтобы напрасно не утомлять вашего вниманія, познакомить васъ съ тѣми дорогами, которыя мнѣ пришлось осмотрѣть.

I. Линія Нью-Іоркъ—Нью-Гавенъ—Гартфордъ (Сѣверо-Американскіе Соединенные Штаты).

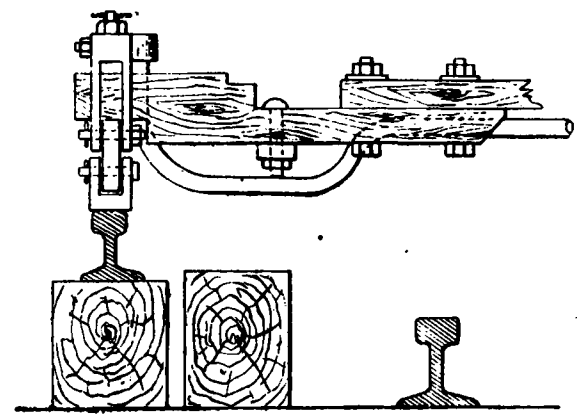
Какъ на всѣхъ существующихъ теперь американскихъ электрическихъ дорогахъ, и на этой



Фиг. 1.

линіи тяга производится при помощи постояннаго тока. Но она отличается отъ всѣхъ прочихъ тѣмъ, что роль контактнаго провода, съ котораго токъ поступаетъ въ двигатели вагона, выполняетъ 3-й рельсъ особаго сѣченія, уложенный на деревянныхъ парафинированныхъ кубикахъ—изоляторахъ между путевыми рельсами.

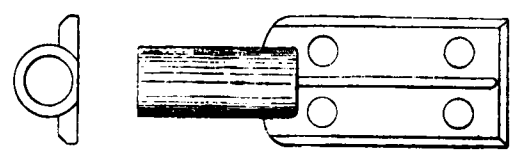
Токъ собирается съ третьяго рельса при помощи 2-хъ чугунныхъ ползуновъ, скользящихъ по немъ (фиг. 1 и 2). Достаточное соприкосновеніе получается отъ одного вѣса этихъ ползуновъ.



Фиг. 2.

Третій рельсъ, по которому скользитъ ползунъ, приподнятъ надъ путевыми на 1″. Ползунъ же не можетъ опускаться ниже, уровня 3-го рельса болѣе чѣмъ на ½″. Такимъ образомъ чрезвычайно упрощаются стрѣлки.

Въ мѣстахъ стрѣлокъ и пересѣченій 3-й рельсъ прерывается для пропуска путевыхъ рельсовъ,

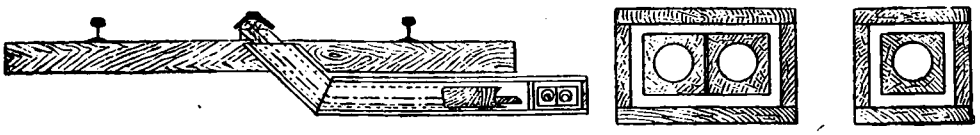


Способъ прикрѣпленія кабелей къ третьему рельсу.
Фиг. 3a.

причемъ только концы его, при помощи изолированныхъ кусковъ кабелей, соединены между собою электрически (фиг. 3a, b, c.).

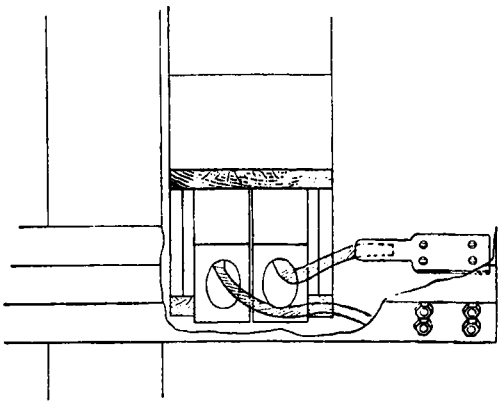
*) Докладъ инж. Графтіо въ соединенномъ засѣданіи VI и VIII отдѣловъ И. Р. Т. Общества 12 ноября т. г.

Благодаря тому, что каждый вагонъ снабженъ 2-мя ползунами по одному на каждомъ концѣ его, токъ не прерывается въ то время, какъ



Фиг. 3b.

одинъ изъ ползуновъ, сойдя съ 3-го рельса, проходитъ надъ путевыми.



Фиг. 3c.

Устройство такой стрѣлки видно на фиг. 4, изображающей электрическій вагонъ на станціи Гартфордъ.

Результаты, полученные на участкахъ линіи Нью-Іоркъ—Нью-Гавенъ—Гартфордъ, оборудованныхъ подобнымъ образомъ для электрической тяги, настолько хороши и самая система представляется настолько законченной, что мы считаемъ необходимымъ разсмотрѣть ее подробнѣе.

Первые опыты электрической тяги на линіяхъ Нью-Іоркъ—Нью-Гавенъ—Гартфордъ относятся къ 1894—1895 годамъ. Къ концу лѣта 1895 г. была оборудована вѣтка Пембертонъ—Нантаскетъ-Бичъ съ воздушнымъ проводомъ и былъ пущенъ первый регулярный поѣздъ, затѣмъ въ слѣдующемъ году электрическая тяга доведена до Истъ-Веймаутъ, но уже съ 3-имъ рельсомъ; результаты послѣдней системы оказались настолько удачными съ технической и финансовой сторонъ, что общество рѣшило ввести электрическую тягу по тому же образцу и на другихъ своихъ вѣтвяхъ.

Во время нашего посѣщенія были оборудованы для электрической тяги вѣтви: Гартфордъ—Нью-Британъ—Берлинъ. Затѣмъ на первой очереди были Берлинъ-Мериденъ, Берлинъ-Миддльтаунъ и Нью-Британъ—Пленвиль.

Центральная электрическая станція находится въ Берлинѣ. Въ настоящее время она имѣетъ 2 динамо машины, каждая въ 850 кв., приводимыя въ движеніе двумя горизонтальными паровыми машинами по 1400 силъ каждая.

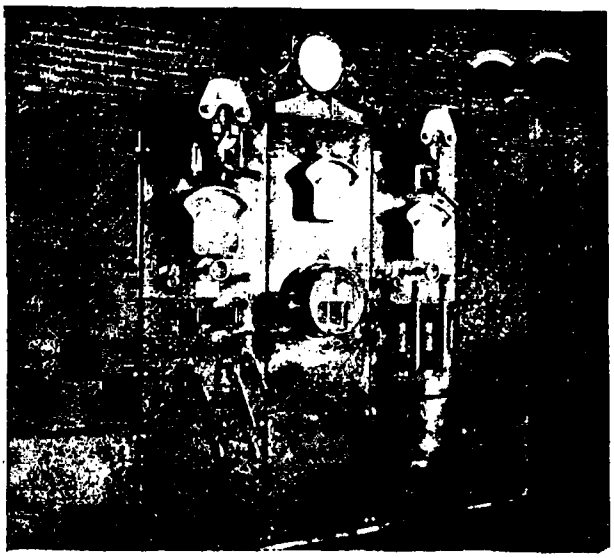
Паръ доставляется системой горизонтальныхъ трубчатыхъ котловъ, подвѣшенныхъ къ поперечнымъ желѣзнымъ балкамъ. Подъ машиннымъ отдѣленіемъ находятся всѣ вспомогательные механизмы: насосы, холодильники и проч. Котельное же отдѣленіе помѣщается рядомъ. Со введеніемъ электрической тяги на другихъ сосѣднихъ вѣтвяхъ, станція будетъ расширяться въ сторону, оставаясь во всемъ подобною существующей.

Фиг. 4.

На этой станціи интересно примѣненіе, для топки котловъ, шлаковъ, получающихся въ большемъ количествѣ отъ паровозовъ линій Нью-Іоркъ — Нью- Гавенъ — Гартфордъ. Эти шлаки выгребаются изъ поддувалъ паровозныхъ топокъ.

Для сжиганія шлаковъ въ

топки котловъ инжектируется струя пара. Теплопроизводительность этихъ шлаковъ и по-



Распредѣлительная доска на центральной станціи въ Берлинѣ.

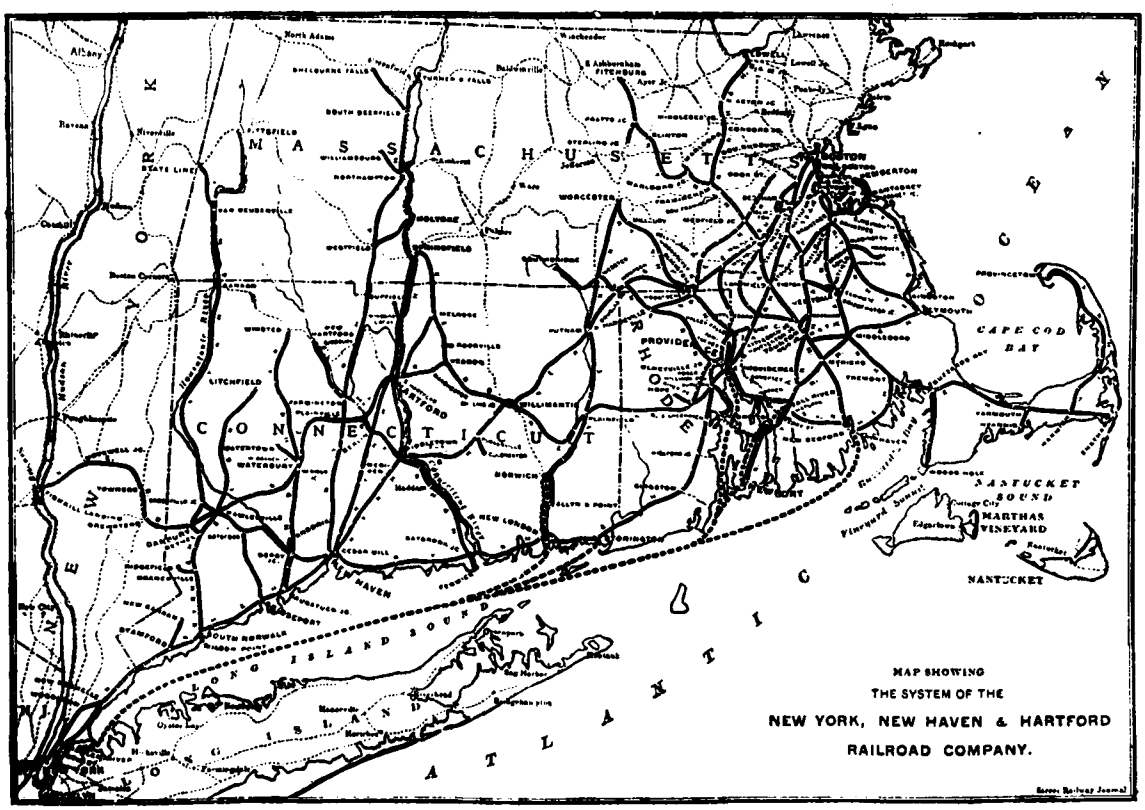
уголь въ этой мѣстности обходится 3 доллара (6 руб.) за тонну.

Такимъ образомъ расходъ на топливо почти вдвое менѣе, чѣмъ при углѣ. Расходъ угля на 1 киловаттъ-часъ на центральной станціи составляетъ 0,0013 цента (0,0026 коп.).

При этомъ имѣется подобающимъ образомъ устроенная механическая подача этой мелочи въ топки котловъ (automatic stockers). Упомянутое примѣненіе угольныхъ шлаковъ для отопленія котловъ съ инжектированіемъ струи пара и съ механической подачей этой мелочи въ топки заслуживаетъ полнаго вниманія, такъ какъ результаты получаются очень хорошіе, и расходъ на топливо и на личный составъ уменьшаются весьма значительно.

Затѣмъ заслуживаетъ особаго вниманія на этой линіи устройство стыковъ *). На третьемъ рельсѣ, который имѣетъ коробчатое сѣченіе, стыки устроены при помощи простыхъ мѣдныхъ прокладокъ, зажимаемыхъ между 3-имъ рельсомъ и накладкой такой же формы, какъ и третій рельсъ (фиг. 5).

Третьему рельсу придана такая форма для лучшаго стока дождевой воды и для возможно



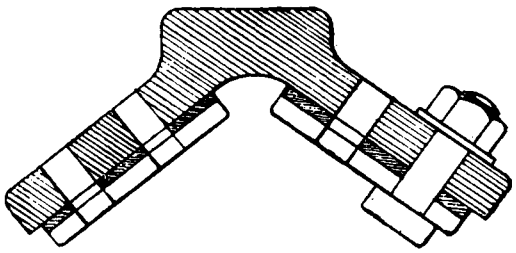
Карта желѣзнодорожной сѣти „Нью-Іоркъ—Нью-Гавенъ—Гартфордъ“.

лусгорѣвшаго угля, примѣрно, вдвое меньше, чѣмъ обыкновеннаго угля; стоимость же его съ доставкой на мѣсто равна 74 центамъ (1 р. 48 к.) за тонну, тогда какъ обыкновенный

лучшей защиты отъ сырости деревянныхъ парафинированныхъ кубиковъ, на которыхъ онъ по-

*) Здѣсь разумѣются электрическіе стыки.

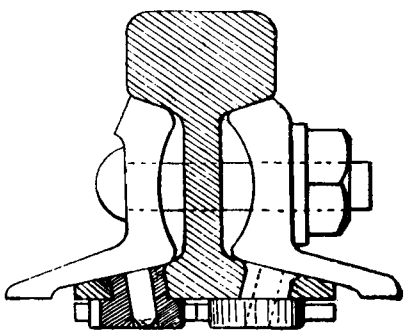
коится. Вѣсъ 3-го рельса составляетъ 35 фунт. въ погонномъ футѣ. Вѣсъ же путевыхъ 36,9 фунт. на пог. футъ на главныхъ линіяхъ и 27,3 фунта на пог. футъ на второстепенныхъ.



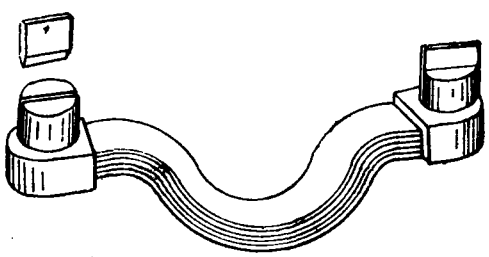
Сѣченіе 3-го рельса и устройство электрическаго стыка на немъ.

Фиг. 5.

На путевыхъ рельсахъ стыки состоятъ изъ пучковъ согнутыхъ мѣдныхъ полосокъ, наложенныхъ другъ на друга и концами припаянныхъ къ двумъ мѣднымъ наконечникамъ. Наконечники эти снабжены цилиндрическими отростками съ прорѣзомъ по серединѣ. Цилиндрическіе отростки вставляются въ соотвѣтствующія отверстія въ подошвахъ рельсовъ, а въ прорѣзы отростковъ загоняются мѣдные клинья (фиг. 6a, b.). Такимъ



Фиг. 6a.



Фиг. 6b.

образомъ получается очень хорошій и прочный стыкъ.

Изъ этихъ стыковъ особаго вниманія заслуживаетъ стыкъ третьяго рельса. Проводимость его, примѣрно, на $^1/_6$ больше проводимости самого третьяго рельса. Стыки путевыхъ рельсовъ также дали очень удовлетворительные результаты. Впрочемъ, они явились результатомъ цѣлаго ряда обстоятельныхъ опытовъ надъ стыками другихъ системъ.

Благодаря столь совершенному устройству стыковъ оказалось здѣсь возможнымъ совсѣмъ обойтись безъ фидеровъ, несмотря на то, что длина линіи Берлинъ—Нью-Бритэнъ—Гартфордъ составляетъ около 20 километровъ, а центральная станція расположена пока въ концѣ линіи. Въ ближайшемъ будущемъ, съ введеніемъ электрической тяги на другихъ смежныхъ участкахъ, центральная станція окажется по срединѣ сѣти; тогда будутъ положены нѣкоторые фидеры, для чего предполагаютъ воспользоваться — взамѣнъ кабелей—старыми рельсами.

Кромѣ того, въ будущемъ, съ увеличеніемъ движенія, предполагается въ концахъ линій и въ узлахъ помѣстить регулирующія батареи аккумуляторовъ. Когда расходъ тока въ линіи будетъ малъ, батареи будутъ заряжаться; при сильныхъ же расходахъ тока въ линіи и происходящемъ вслѣдствіе этого паденіи напряженія тока, токъ будетъ итти изъ батарей въ линію и притомъ въ тѣ мѣста, которыя наиболѣе въ этомъ нуждаются, т. е. въ части линіи наиболѣе удаленныя отъ центральной станціи и въ узлы *).

Что касается подвижнаго состава линіи Гартфордъ—Нью-Бритэнъ—Берлинъ, то онъ состоитъ изъ вагоновъ-двигателей и изъ обыкновенныхъ вагоновъ-прицѣпныхъ.

Прицѣпные вагоны представляютъ собою обыкновенные пассажирскіе вагоны (на телѣжкахъ, какъ всѣ американскіе вагоны), циркулирующіе на паровыхъ линіяхъ Общества Нью-Іоркъ—Нью-Гавенъ—Гартфордъ.

Вагоны-двигатели представляютъ такіе же пассажирскіе вагоны, по виду и величинѣ не отличающіеся отъ прицѣпныхъ. Только телѣжки ихъ снабжены электродвигателями и въ виду этого сдѣланы болѣе прочно, и затѣмъ въ обоихъ концахъ вагона устроены небольшія помѣщенія для вагоновожатыхъ.

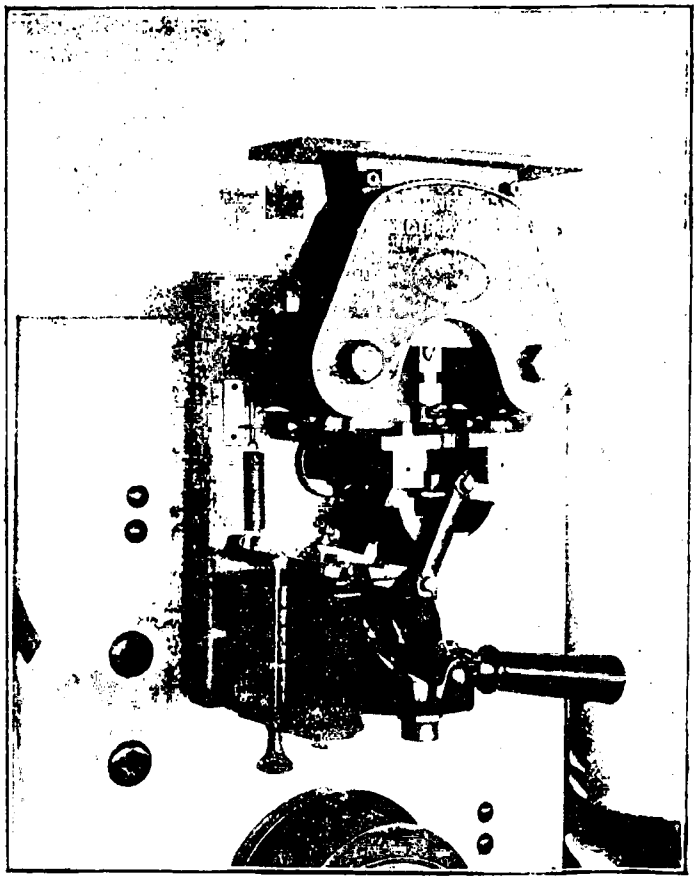
Въ этихъ отдѣленіяхъ помѣщены всѣ необходимые приборы для управленія, а именно: коммутаторъ (контроллеръ), автоматическій **) выключатель, амперметръ, маневровый кранъ для управленія воздушными тормазами Вестингауза, ручной тормазъ и воздушный свистокъ.

Вагонъ-двигатель, длиною въ 51′, вмѣщаетъ 64 пассажира, для чего внутри его, по обѣ сто-

*) Идея располагать подобнымъ образомъ мѣстныя регулирующія батареи въ пунктахъ, гдѣ предполагается наибольшее паденіе напряженія, впрочемъ, нѣсколько ранѣе была высказана намъ инженерами, устраивавшими тягу съ быстро заряжающимися аккумуляторами Тюдора въ Парижѣ на линіяхъ Общества: «Tramways de Paris et du Departement de la Seine».

**) Этотъ автоматическій выключатель системы General Electric C°, почти повсемѣстно распространенный въ Америкѣ, весьма простъ и проченъ по конструкціи.

роны прохода, имѣется по 16 рядовъ двухмѣстныхъ сидѣній. Внутреннее его устройство, впрочемъ, ничѣмъ не отличается отъ устройства



Автоматическій выключатель.

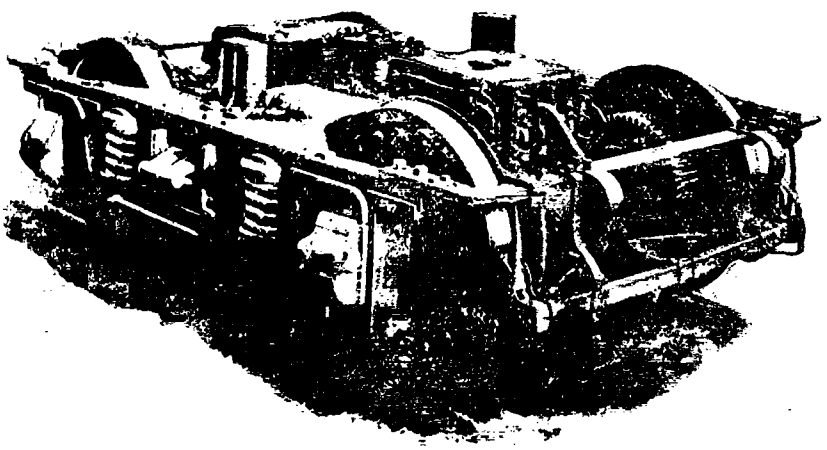
Каждый поѣздъ состоитъ изъ двухъ вагоновъ, изъ коихъ первый—вагонъ-двигатель, а второй—прицѣпной.

Прицѣпные вагоны на электрической линіи Гартфордъ—Нью-Британъ—Берлинъ также снабжены каждый 2-мя ползунами для собиранія тока. Сдѣлано это для прохода черезъ переѣзды, гдѣ третій рельсъ прекращается и замѣненъ подземнымъ изолированнымъ кабелемъ. При длинныхъ переѣздахъ такимъ образомъ избѣгается перерывъ тока. Впрочемъ, перерывъ третьяго рельса на нѣкоторомъ протяженіи не представляетъ неудобствъ даже при отсутствіи ползуновъ на прицѣпномъ вагонѣ, такъ какъ поѣздъ по инерціи легко проходитъ эти перерывы безъ тока.

Какъ видно на фиг. 7, устройство телѣжекъ для вагоновъ-двигателей очень прочное и компактное. Каждая такая телѣжка снабжается двумя электродвигателями въ 125 лошадиныхъ силъ каждый.

Сначала двигателями была снабжена только одна изъ двухъ телѣжекъ вагона-двигателя. Теперь же пришли къ заключенію, что выгоднѣе имѣть на каждомъ вагонѣ-двигателѣ 4 двигателя (по два на каждой тележкѣ), соотвѣтственно меньшей мощности. Этимъ достигается лучшая утилизація сцѣпнаго вѣса и меньшій расходъ тока. Стоимость же 4-хъ двигателей лишь немногимъ больше стоимости двухъ двигателей, обладающихъ въ совокупности тою же общею мощностью.

Что касается воздушныхъ непрерывныхъ тормазовъ Вестингауза, то уста-



Фиг. 7.

пассажирскихъ вагоновъ американскихъ желѣзныхъ дорогъ. Открытые вагоны для лѣтняго движенія устроны на 96 мѣстъ.

новка ихъ ничѣмъ не отличается отъ установки на обыкновенныхъ вагонахъ. Накачиваніе воздуха въ главный резервуаръ производится не-

большимъ двухцилиндровымъ насосомъ, приводимымъ въ дѣйствіе электродвигателемъ въ 10 л. с., который автоматически включается при пониженіи давленія воздуха въ резервуарѣ ниже извѣстнаго предѣла и выключается, также автоматически, когда давленіе въ резервуарѣ повысится до опредѣленной нормы.

Только что описанная система электрической тяги, судя по всѣмъ даннымъ, дѣйствуетъ безупречно. Изоляція третьяго рельса представляется очень удовлетворительной. Произведенные до насъ опыты показали, что система дѣйствуетъ безъ затрудненій и задержекъ даже въ томъ случаѣ, когда 3-й и путевые рельсы были совсѣмъ залиты водою, что случалось въ низкихъ мѣстахъ послѣ большаго ливня.

Электродвигатели и все электрическое оборудованіе вагоновъ-двигателей также не оставляетъ желать ничего лучшаго.

При слѣдованіи изъ Гартфорда въ Нью-Британъ мы шли со среднею скоростью 45 километровъ въ часъ, такъ какъ нашъ поѣздъ шелъ внѣ росписанія и на одной изъ промежуточныхъ станцій ожидалось скрещеніе. Между пунктами остановокъ нами были замѣчены скорости, превышающія 94 километра въ часъ*)

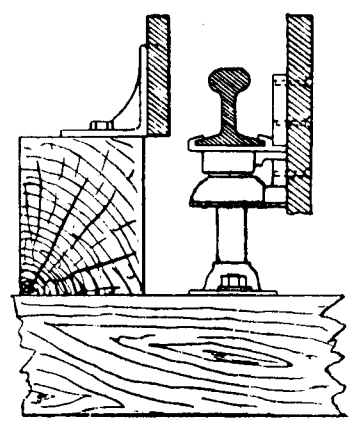
Введеніе электрической тяги на указанныхъ вѣтвяхъ произвело существенное измѣненіе въ характерѣ пассажирскаго движенія на нихъ. До введенія электрической тяги на участкѣ Гартфордъ—Нью-Британъ двигалось 8 паръ поѣздовъ, а на участкѣ Нью-Британъ—Берлинъ—14 паръ поѣздовъ въ сутки. Теперь же съ введеніемъ электрической тяги на обѣихъ вѣткахъ поѣзда двухвагоннаго состава отходятъ въ обоихъ направленіяхъ черезъ каждые полчаса. Пробѣгъ отъ Гартфорда до Нью-Британа совершается въ 20 минутъ, т. е. со средней скоростью въ 43 километра въ часъ, несмотря на частыя остановки.

Съ введеніемъ электрической тяги на этихъ участкахъ число пассажировъ удвоилось; расходы же по эксплоатаціи уменьшились до $^2/_3$. Нѣкоторое объясненіе перваго явленія слѣдуетъ видѣть въ томъ, что при паровомъ движеніи взималось съ пассажира два цента за милю, а теперь при электрической тягѣ взимается всего 1,1 цента съ пассажира за милю, а затѣмъ также въ увеличеніи числа поѣздовъ и увеличеніи среднихъ скоростей движенія.

Уменьшеніе эксплоатаціонныхъ расходовъ и увеличеніе пассажирскаго движенія на оборудованныхъ уже участкахъ линіи Нью-Іоркъ—Нью-Гавэнъ—Гартфордъ оказались настолько убѣдительными, что Общество имѣетъ въ виду развить эту систему въ ближайшемъ будущемъ. Какъ было уже сказано, на первой очереди находятся вѣтви, прилегающія къ ободудованнымъ уже линіямъ.

Въ заключеніе считаемъ нужнымъ сказать нѣсколько словъ относительно безопасности описанной системы для публики. На перегонахъ между станціями, путь электрической линіи огражденъ проволочною изгородью, главнымъ образомъ противъ скота. На переѣздахъ, съ этою же цѣлью, съ обѣихъ сторонъ переѣзда, разставлены деревянные щитки съ большими гвоздями. На станціяхъ же путь ничѣмъ не оберегается. Предполагается, что публика и служащіе должны сами заботиться о себѣ и быть внимательными при переходѣ черезъ пути. Впрочемъ при 600—650 вольтахъ ни одинъ изъ случаевъ нечаяннаго прикосновенія къ 3-му рельсу не окончился смертью, а лишь нѣкоторымъ сотрясеніемъ. *) Но, конечно, такой взглядъ на вещи, правильный самъ по себѣ, скорѣе американскій. У насъ онъ недопустимъ.

Впрочемъ есть способы, если не совсѣмъ устранить опасность сотрясенія, то во всякомъ случаѣ значительно уменьшить ея возможность. Одинъ изъ способовъ заключается въ огражденіи 3-го рельса досками. На фиг. 8 представленъ одинъ изъ способовъ огражденія; на фиг. 9—способъ инженера Сабурэ, принятый на вновь сооружаемой въ Парижѣ электрической вѣтви Орлеанской жел. дор.



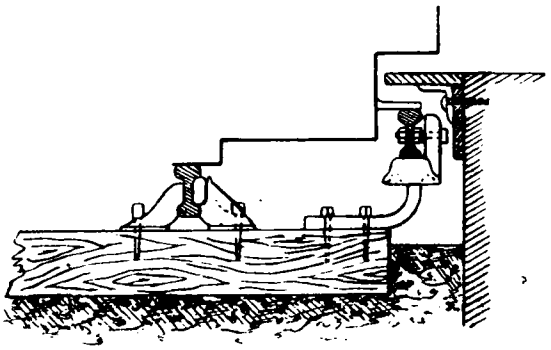
Фиг. 8.

Другой способъ заключается въ дѣленіи 3-го рельса на участки извѣстной длины и въ установкѣ автоматическихъ выключателей, дѣйствующихъ такимъ образомъ, что въ данный участокъ 3-го рельса токъ проходитъ лишь во время нахожденія на немъ поѣзда. Но для этой цѣли вдоль линіи приходится располагать добавочный мѣдный проводъ, надлежащимъ образомъ изолированный. Объ этой системѣ подробнѣе будетъ сказано въ концѣ статьи.

*) Еще ранѣе въ 1897 году намъ пришлось познакомиться съ этимъ видомъ электрической тяги на вѣтви St.-Germain-Ouest—St.-Germain-Ceinture французской Западной жел. дор. близъ Парижа. Здѣсь мы ѣздили со скоростью 81—82 километр. въ часъ.

*) Къ тому же заключенію приводятъ нѣсколько случаевъ, имѣвшихъ мѣсто на электрической дорогѣ Lightning Express системы Бэра, около Брюсселя, гдѣ намъ пришлось быть на испытаніяхъ въ 1898 году. Здѣсь напряженіе въ линіи было около 700 вольтъ.

Наконецъ въ Америкѣ, какъ и въ Европѣ, пришли къ заключенію, что 3-й рельсъ слѣдуетъ располагать не между путевыми рельсами, а сбоку



Фиг. 9.

ихъ, во избѣжаніе короткаго замыканія отъ какой нибудь металлической части, напр., цѣпей сцѣпныхъ приборовъ, могущихъ свѣситься съ прицѣпного вагона или вагона-двигателя.

Въ виду этого будетъ надлежащимъ образомъ перестроена вся существующая система на линіяхъ Нью-Іоркъ — Нью-Гавэнъ—Гартфордъ, а на сосѣднихъ участкахъ, на которыхъ въ самомъ близкомъ будущемъ предвидится введеніе электрической тяги,—съ самаго начала третій рельсъ будетъ расположенъ сбоку путевыхъ. Остальное останется неизмѣннымъ.

Подобное измѣненіе было сдѣлано и на вышеупомянутой линіи St.-Germain-Ouest—St.-Germain-Ceinture, гдѣ сначала 3-й рельсъ былъ помѣщенъ между путевыми, а теперь расположенъ сбоку.

Сбоку 3-й рельсъ будетъ помѣщенъ также на всѣхъ новыхъ электрическихъ линіяхъ, сооружаемыхъ въ Парижѣ къ выставкѣ 1900 года Обществами Западной и Орлеанской дорогъ, а также на новой линіи Metropolitain.

У насъ въ Россіи описанная система дала бы весьма хорошіе результаты тамъ, гдѣ тяга будетъ производиться постояннымъ токомъ, т. е. на линіяхъ не особенно длинныхъ, причемъ, конечно, придется примѣнить или систему огражденія 3-го рельса досками или систему дѣленія 3-го рельса на секціи съ автоматическимъ включеніемъ тока въ данную секцію въ моментъ вхожденія на нее поѣзда и выключенія въ моментъ выхожденія.

Притомъ система съ 3-мъ рельсомъ допускаетъ одинаково движеніе легкихъ и весьма тяжелыхъ поѣздовъ съ весьма большими скоростями. Стоимость же первоначальнаго оборудованія, въ виду замѣны мѣдныхъ проводовъ рельсами, сравнительно не велика.

Окружныя дороги (въ родѣ будущей Московской), а въ нѣкоторыхъ случаяхъ пригородныя, какъ напримѣръ, Царскосельская, могли бы, на нашъ взглядъ, извлечь изъ этой системы большую пользу, такъ какъ густота движенія на нихъ вполнѣ оправдаетъ расходы по введенію на нихъ электрической тяги.

II. Линія Ловелль-Нашуа.

Линія эта составляетъ часть сѣти электрическихъ линій, протяженіемъ свыше 120 километровъ, соединяющихъ три промышленныхъ города Лавренсъ, Ловелль и Гаверхилль штата Массачусетсъ, расположенныхъ въ долинѣ рѣки Мерримака.

Главная линія Лавренсъ - Ловелль - Гаверхилль не представляетъ ничего особеннаго. Это приспособленная для междугороднаго движенія трамвайная линія съ воздушными проводами. Постоянный токъ доставляется въ эту линію 2-мя большими центральными станціями, каждая мощностью въ 1500 л. с., расположенными въ концахъ линіи, одна въ городѣ Лавренсъ, другая въ окрестностяхъ города Гаверхилля. Токъ отъ этихъ станцій передается въ линію при посредствѣ фидеровъ, расположенныхъ вдоль линіи.

Что касается вѣтви Ловелль - Нашуа, то она оборудована нѣсколько иначе. Здѣсь впервые была примѣнена, для передачи энергіи отъ центральной станціи къ линіи, система трехфазныхъ токовъ высокаго напряженія, хотя токъ этотъ, предъ поступленіемъ въ линію, преобразовывается въ постоянный, и самая тяга производится постояннымъ токомъ.

На центральной станціи въ Ловеллѣ *), производящей постоянный токъ напряженіемъ въ 550 вольтъ, часть этого тока преобразовывается въ перемѣнный трехфазный напряженіемъ въ 350 вольтъ. Группа трансформаторовъ-повысителей доводитъ затѣмъ его напряженіе до 5500 вольтъ. Этотъ токъ по тремъ тонкимъ мѣднымъ проводамъ передается вдоль линіи къ подстанціи, находящейся примѣрно, въ 8 километрахъ отъ Нашуа.

Здѣсь напряженіе тока (5500 вольтъ) понижается при помощи системы трансформаторовъ, до 350 вольтъ, а этотъ послѣдній токъ, при помощи вращающихся трансформаторовъ, преобразовывается въ постоянный токъ, напряженіемъ въ 550 вольтъ, который уже и поступаетъ въ линію.

Со стороны Ловелля постоянный токъ доставляется въ линію контактныхъ проводовъ непосредственно изъ центральной станціи безъ всякихъ преобразованій.

Упомянутая система передачи, впервые примѣненная для цѣлей тяги, дала удовлетворительные результаты. Средняя отдача, считая отъ зажимовъ альтернаторовъ до зажимовъ двигателей, составляетъ около 70%.

Система эта начала сильно развиваться въ Америкѣ и въ Европѣ. Всѣ современныя большія установки для тяги съ постояннымъ токомъ, при значительномъ разстояніи линіи отъ цен-

*) Центральная станція доставляетъ энергію еще сѣти городскихъ трамваевъ въ Ловеллѣ. Мощность станціи около 1500 киловаттъ. Изъ нихъ около 450 киловаттъ идетъ на линію Ловелль-Нашуа, остальное на городскіе трамваи.

тральной станціи или при значительномъ развитіи самой линіи, устраиваются теперь по этому типу. (Линіи Буффало—Тонаванда—Локпортъ—Ніагара въ Америкѣ, Центральная дорога въ Лондонѣ, новыя линіи Западной и Орлеанской ж. д. въ Парижѣ).

Впрочемъ, система эта теперь нѣсколько упрощена. Центральная станція производитъ трехфазный токъ; иногда даже совершенно обходятся безъ трансформаторовъ на центральной станціи, для повышенія напряженія трехфазнаго тока, а послѣдній прямо производится напряженіемъ въ 5.000—10.000 вольтъ.

Но здѣсь слѣдуетъ сказать, что устройство линіи Ловелль-Нашуа было произведено уже при существованіи центральной станціи, вслѣдствіе чего пришлось примѣняться къ существующимъ условіямъ.

Средняя скорость движенія на линіи Ловелль-Нашуа составляетъ около 29 километровъ въ часъ на перегонахъ, не считая остановокъ. Число вагоновъ, обращающихся на линіи—10, всѣ—на телѣжкахъ.

Отопленіе котловъ производится смѣсью хорошаго угля, по 3.60 долл. за тонну, съ угольной мелочью, по 2.35 долл. за тонну, причемъ перваго берется около 56%.

Расходъ угля на киловаттъ-часъ составляетъ около 1,6 килограмма. Стоимость производства энергіи составляетъ 0,88 цента (=1,9 коп.) за киловаттъ-часъ.

Какъ особенность линіи высокаго напряженія отмѣтимъ еще, что изоляторы здѣсь не фарфоровые, а стеклянные.

Линія высокаго напряженія, а также подстанціи ограждены громоотводами системы Вуртса, очень распространенными въ Америкѣ.

Динамомашины, трансформаторы, вращающіеся трансформаторы и большинство двигателей построены фирмой General Electric C°.

III. Линія Буффало-Тонаванда-Локпортъ-Ніагара.

Эта электрическая дорога, вмѣстѣ съ описанной уже Гартфордъ-Нью-Британъ-Берлинъ, является наиболѣе замѣчательной, совершенной и типичной изъ всѣхъ осмотрѣнныхъ нами.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, она—самая новая изъ всѣхъ американскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ и на ней примѣнены всѣ усовершенствованія, добытыя практикой ранѣе выстроенныхъ дорогъ и представляющія успѣхи техники въ самые послѣдніе годы.

Исторія ея слѣдующая: до 1898 года существовали первоклассныя электрическія линіи для пассажирскаго движенія Буффало-Ніагара и Буффало-Локпортъ.

Линіи эти, типа такъ называемаго Interurban electric railroads, составляли, такъ сказать, продолженіе сѣти трамваевъ въ 3-хъ упомянутыхъ городахъ.

Въ апрѣлѣ 1898 года было рѣшено ввести электрическую тягу для товарнаго и пассажирскаго движеній на вѣтви Локпортъ-Тонаванда паровой линіи New York, Lake Erie and Western Rw.

Вмѣстѣ съ тѣмъ было рѣшено соединить въ одно всѣ отдѣльныя упомянутыя линіи, въ виду чего образовалось новое Общество, въ составъ котораго вошли представители соединившихся линій.

17 мая 1898 года началось переустройство вѣтви Локпортъ-Тонаванда для электрической тяги, а 15 августа того же года на ней было уже открыто движеніе.

На всемъ протяженіи образовавшейся такимъ образомъ сѣти, длиною около 50 километровъ, тяга производится по системѣ воздушныхъ контактныхъ проводовъ. Всюду примѣнены двигатели постояннаго тока.

Электрическая энергія для всей сѣти доставляется громадной центральной станціей на Ніагарскомъ водопадѣ. Отъ этой станціи, которой суждено доставлять энергію цѣлому району, расположенному вокругъ водопада на разстояніи свыше 100 миль, въ настоящее время энергія доставляется лишь ряду большихъ заводовъ, расположенныхъ вблизи водопада, и затѣмъ главнымъ образомъ, городу Буффало. Сюда энергія передается трехфазнымъ токомъ, напряженіемъ въ 10.500 вольтъ, по особой воздушной линіи изъ мѣдныхъ проводовъ *).

Для передачи энергіи въ Локпортъ отъ этой линіи идетъ отвѣтвленіе, берущее начало нѣсколько выше города Тонаванда.

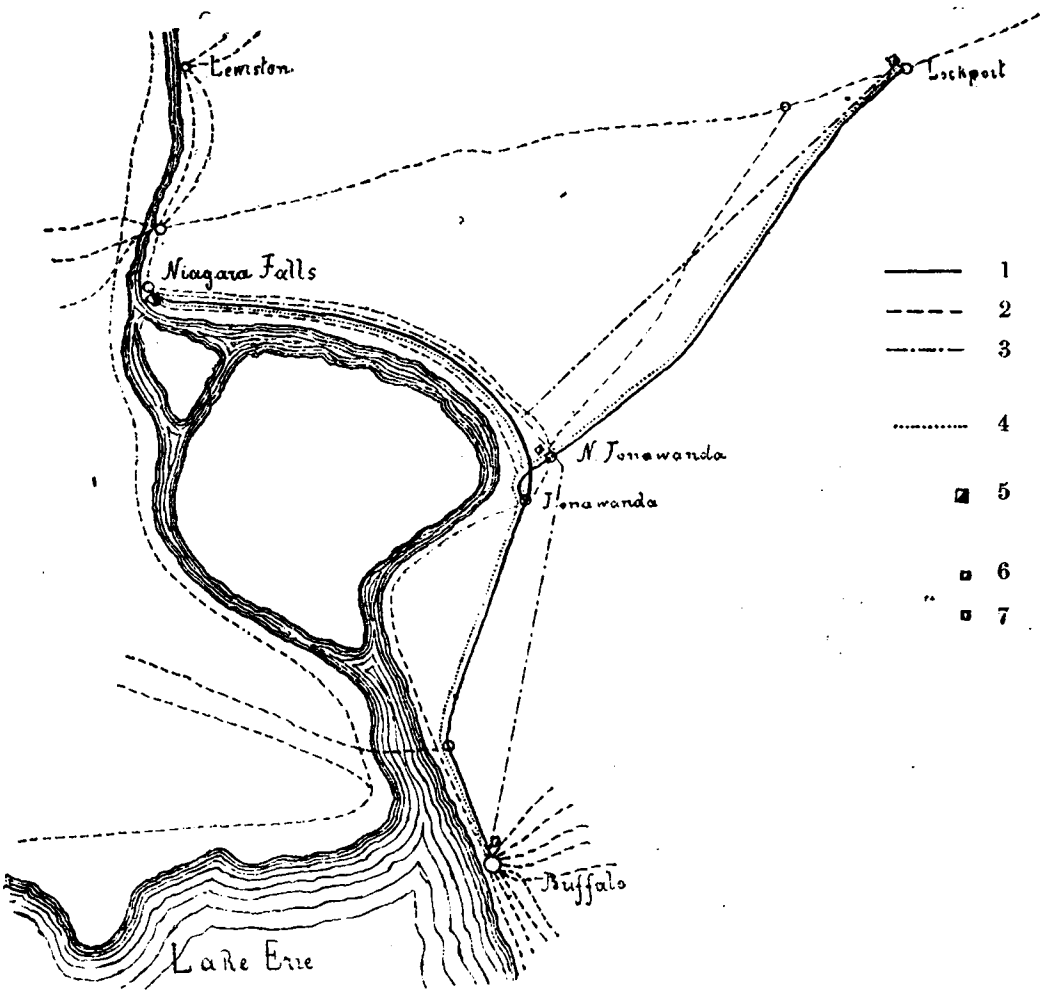
Для цѣлей тяги въ описываемой системѣ въ 4-хъ пунктахъ линіи высокаго напряженія, а именно: на Ніагарѣ, въ городахъ Буффало, Тонаванда и Локпортъ устроены подстанціи.

На этихъ подстанціяхъ трехфазный токъ напряженіемъ въ 10.500 вольтъ, при помощи трансформаторовъ напряженія, преобразуется въ трехфазный же токъ напряженіемъ около 350 вольтъ, который затѣмъ, при помощи вращающихся трансформаторовъ преобразуется въ постоянный токъ напряженіемъ въ 550 вольтъ, поступающій въ линію контактныхъ проводовъ. Внутренній видъ подстанціи представленъ на фиг. 11. Каждая такая подстанція имѣетъ 2 вращающихся трансформатора, среднею мощностью въ 500 киловаттъ каждый, завода General Electric C°. Заводъ гарантировалъ для нихъ временную перегрузку въ 50%; на самомъ же дѣлѣ имъ нерѣдко приходится выдерживать до 800 киловаттъ. Ихъ отдача остается весьма высокой при весьма перемѣнныхъ нагрузкахъ, составляя въ среднемъ около 97%. Отдача трансформаторовъ перемѣннаго тока также очень высокая, въ среднемъ около 96% при нагрузкахъ, колеблющихся отъ полной до 1/3. Общая отдача такихъ подстанцій

*) Въ текущемъ году предполагается замѣнить напряженіе въ 10.500 вольтъ напряженіемъ въ 21.000 вольтъ.

составляетъ поэтому, при колеблющихся нагрузкахъ, въ среднемъ около 93%.

Путь на участкахъ Буффало-Тонаванда и Тонаванда-Ніагара состоитъ изъ Виньолевскихъ рельсовъ, вѣсомъ въ 23 фунта на погонный футъ, на участкѣ же Тонаванда-Локпортъ нымъ проволокамъ, протянутымъ между парой деревянныхъ (сосновыхъ или кедровыхъ) столбовъ, расположенныхъ по обѣ стороны пути. Контактные провода подвѣшены на высотѣ примѣрно 20 фут. надъ уровнемъ рельсовъ. Двойная система изоляторовъ на каждой поперечной



Условные знаки.

1. Линіи электрическихъ жел. дорогъ.
2. „ паровыхъ „ „
3. Линія высокаго напряженія (трехфазн. токъ — 11500 в.).
4. Фидеры постояннаго тока.
5. Центральная станція Ніагарскаго водопада.
6 и 7. Подстанціи съ трансформаторами.

Lewiston—Левистонъ; Niagara-Falls—Ніагарскій водопадъ; Lockport—Локпортъ; N. Tonawanda—Нью-Тонаванда; Tonawanda—Тонаванда; Buffallo—Буффало; Lake Erie—Озеро Эри.

частью вѣсомъ въ 23 фунта, частью же въ 33 фунта на пог. футъ, недавно уложенныхъ взамѣнъ прежнихъ 23 фунтовыхъ.

Ширина колеи 4′ 8½″.

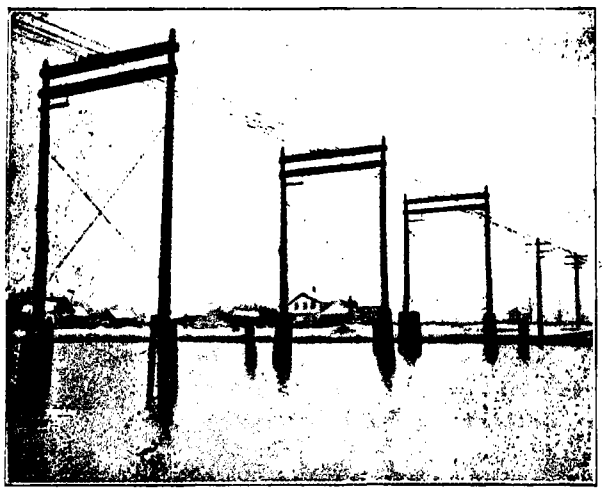
Въ предѣлахъ городовъ, вмѣсто Виньолевскихъ рельсовъ, уложены высокіе 33 фунтовые рельсы. Рельсы эти уложены на дубовыхъ шпалахъ, покоящихся на слоѣ щебня толщиною въ 1 футъ.

Линія контактныхъ проводовъ состоитъ изъ мѣднаго воздушнаго провода, подвѣшеннаго черезъ каждые 88 футъ къ поперечнымъ стальпроволокѣ обезпечиваетъ хорошую изоляцію контактнаго провода.

Общій видъ линіи контактныхъ проводовъ представленъ на фиг. 15, 21 и 23.

На 2-хъ участкахъ Буффало-Ніагара и Буффало-Тонаванда контактный проводъ круглый, діаметромъ въ 9,27 мм., сѣченіемъ въ 67,4 мм²; на участкѣ Тонаванда-Локпортъ онъ имѣетъ форму бисквитообразную, весьма напоминающую форму цементныхъ образчиковъ, и сѣченіе провода составляетъ 107,2 мм². Эта особая профиль (фиг. 12a и b) провода была введена здѣсь

для того, чтобы можно было обойтись безъ спайки для прикрѣпленія провода къ подвѣскамъ. Припаиваніе контактнаго провода къ подвѣскамъ имѣетъ то неудобство, что въ этихъ мѣстахъ неизбѣжнымъ образомъ получаются боковыя утолщенія, вызывающія удары ролика троллея при большихъ скоростяхъ. Удары эти, допустимые при городскихъ трамваяхъ, совершенно недопустимы на линіяхъ со сравнительно значительными скоростями, такъ какъ въ этихъ мѣстахъ роликъ троллея подскакиваетъ, и образуется дуга, способствующая быстрому перегоранію провода въ мѣстахъ подвѣски.

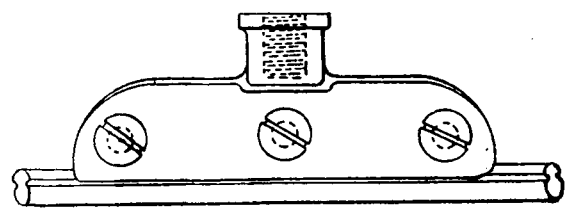


Переходъ линіи, передающей энергію въ Локпортъ, чрезъ озеро.
Фиг. 10.

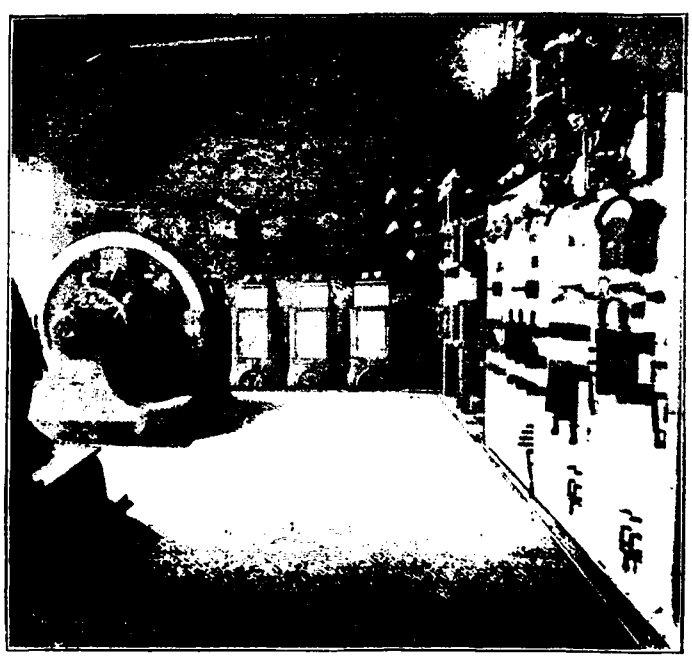
При особомъ же сѣченіи, указанномъ выше, прикрѣпленіе провода къ подвѣскѣ производится простымъ схватываніемъ верхней выпуклости провода родомъ клещей подвѣски, какъ указано на фиг. 13 и 14.

На всѣхъ участкахъ линіи отъ подстанцій идутъ еще вдоль линіи фидеры, мѣдные кабели, подвѣшенные къ тѣмъ же столбамъ, что и контактные провода, и расположенные съ одной стороны. Фидеры эти расположены на особыхъ изоляторахъ, помѣщенныхъ на деревянныхъ поперечинахъ, прикрѣпленныхъ къ столбамъ нѣсколько выше поперечныхъ стальныхъ проволокъ. Расположеніе фидеровъ можно видѣть на фиг. 15 и 20. Сѣченіе кабелей, образующихъ фидеры,

Фиг. 12a. Фиг. 12b.



Фиг. 13. Фиг. 14.



Внутренній видъ подстанціи.
Фиг. 11.

около 250 мм.^{2}. Съ удаленіемъ отъ подстанцій, число кабелей, составляющихъ фидеры, уменьшается съ двухъ до одного. Черезъ каждые 10 столбовъ, т. е. примѣрно черезъ каждые 880 футъ, фидеръ соединенъ съ контактнымъ проводомъ. Черезъ каждые 39 столбовъ установлены громоотводы для линіи фидеровъ и контактныхъ проводовъ.

Обратно къ подстанціямъ токъ возвращается черезъ рельсы, причемъ наземнаго провода не существуетъ.

Для надлежащей проводимости въ стыкахъ, концы рельсовъ соединены между собою при помощи мѣдныхъ круглыхъ проводовъ, сѣченіемъ въ 107,2 мм^2, вчеканенныхъ концами въ отверстія, просверленныя для этой цѣли въ концахъ рельсовъ. Стыкъ этого типа извѣстенъ подъ названіемъ Chicago bond.

Пассажирское движеніе на всѣхъ линіяхъ этой системы производится при помощи отдѣльныхъ вагоновъ - двигателей. Между Буффало и Локпортомъ отправленія въ обоихъ направленіяхъ черезъ каж-

дыя 30 минутъ. Между Буффало и Ніагарою зимою черезъ каждыя 15, а лѣтомъ черезъ каждыя 5 минутъ.

Фиг. 15.

Въ случаѣ наплыва публики къ вагону-двигателю присоединяется прицѣпной вагонъ.

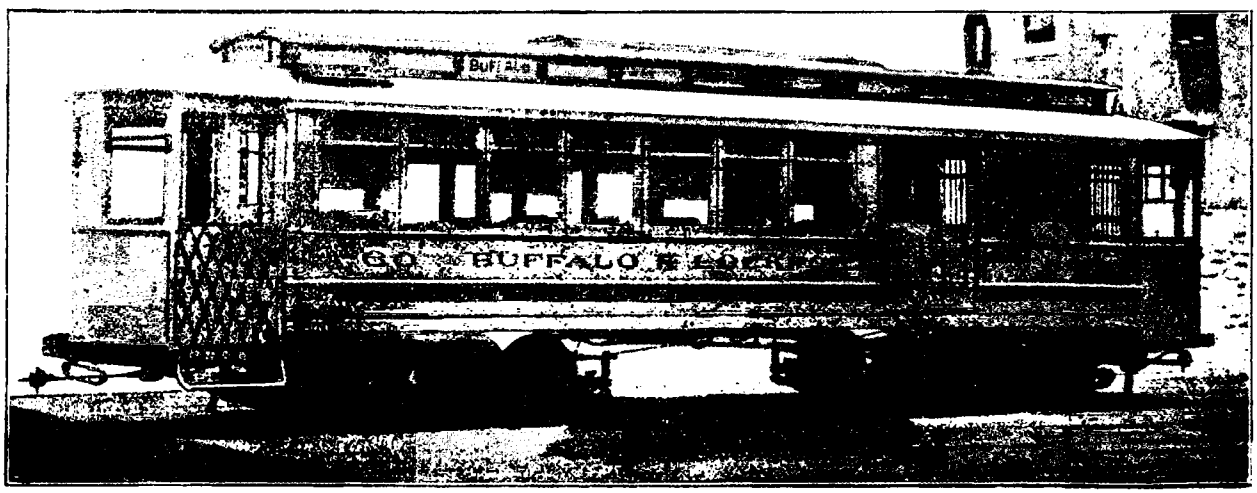
же самаго кузова 31,8′, ширина вагона 8′. Построены вагоны, при всей своей легкости, замѣчательно прочно.

Съ обѣихъ сторонъ кузова расположены закрытыя площадки, которыя служатъ помѣщеніемъ для вагоновожатаго и здѣсь же находятся всѣ приборы для управленія (коммутаторъ-контролеръ), маневровый кранъ воздушныхъ тормазовъ, ручной тормазъ, рычагъ къ песочницѣ, амперметръ, автоматическій выключатель и ножная педаль къ сигнальному колоколу. На одной изъ площадокъ установленъ воздушный насосъ, приводимый въ дѣйствіе электродвигателемъ. Насосъ этотъ во всемъ сходенъ съ имѣющимися на линіи Гартфордъ-Нью Британъ-Берлинъ. Въ вагонахъ съ багажнымъ отдѣленіемъ (фиг. 16) насосъ для воздушныхъ тормазовъ помѣщенъ въ послѣднемъ. Кромѣ тормазовъ воздушнаго и ручного въ послѣднее время введены на нѣкоторыхъ вагонахъ магнитные тормаза, управляемые особой ручкой контролера. О нихъ будетъ сказано дальше.

Всѣ вагоны освѣщаются и отапливаются электричествомъ.

Очертаніе оконечностей вагоновъ полукруглое для уменьшенія сопротивленія воздуха, которое при большихъ скоростяхъ, имѣющихъ мѣсто на этихъ линіяхъ, перестаетъ быть ничтожнымъ.

Весь подвижной составъ здѣсь—на телѣжкахъ. Двойная система подвѣски кузова вагона, при помощи спиральныхъ и эллиптическихъ рессоръ, дѣлаетъ ходъ ихъ очень плавнымъ и спокойнымъ. Каждая телѣжка вагона-двигателя снабжена 2-мя электродвигателями, мощность которыхъ на вагонахъ-двигателяхъ, обращающихся въ настоящее время между Буффало и Ніагарой, около 35 л. с. При 4-хъ двигателяхъ полная мощность вагона-



Фиг. 16.

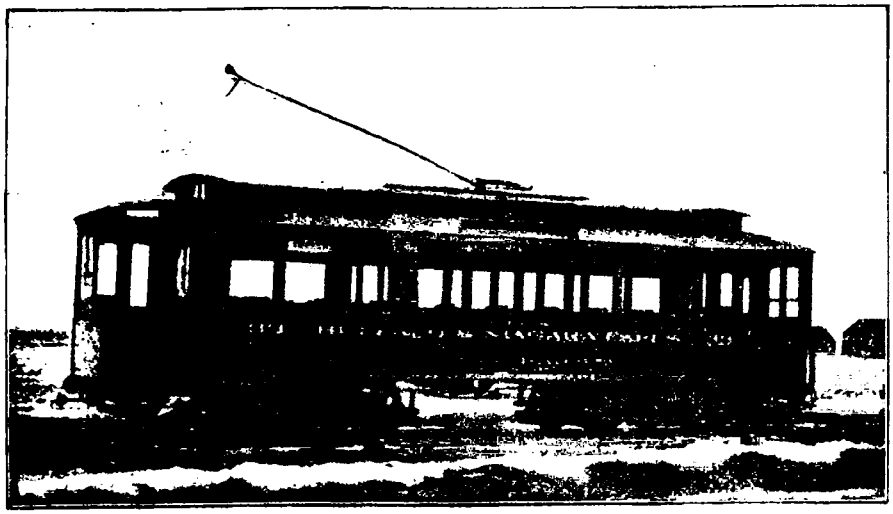
Каждый вагонъ-двигатель построенъ на 44 пассажир. мѣста и вѣситъ, безъ пассажировъ, около 20 тоннъ.

Длина вагона между буферами 42,4′, длина

двигателя слѣдовательно около 140 л. с. Двигатели завода General Electric C° типа G. E. 1000.

Вагоны-двигатели линіи Буффало-Локпортъ снабжены 4-мя двигателями типа G. E. 57, каж-

дый мощностью въ 52 л. с. Полная мощность вагона-двигателя здѣсь слѣдовательно около 200 л. с.



Фиг. 17.

Болѣе мощные двигатели примѣнены на этомъ участкѣ въ виду большихъ скоростей.

На участкѣ Буффало-Локпортъ средняя скорость движенія (со включеніемъ времени на остановки) составляетъ около 50 километровъ въ часъ внѣ города. Внутри городовъ скорости не должны превышать 25 километровъ въ часъ *).

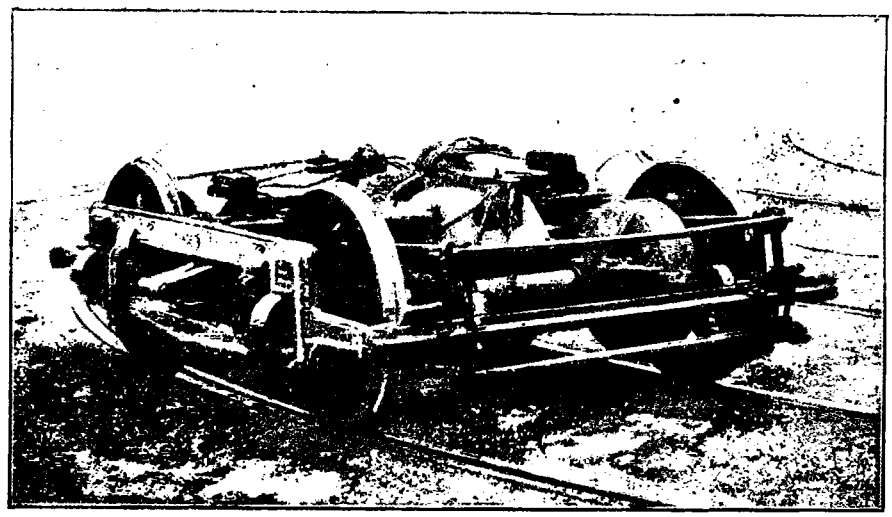
Средняя скорость движенія безъ остановокъ, но съ замедленіями на станціяхъ, для вагоновъ, обращающихся между Буффало и Локпортомъ, составляетъ около 62 километровъ, конечно, опять-таки внѣ предѣловъ городовъ.

Эта скорость была замѣчена нами при слѣдованіи отъ станціи Тонаванда до станціи Локпортъ. Во время этого перехода было 2 замедленія на станціяхъ, и разстояніе въ 21,6 километр. было пройдено въ 21 минуту. Максимальныя скорости достигаютъ 80—85 километровъ въ часъ.

При открытіи же линіи во время опытовъ тотъ же самый перегонъ былъ проходимъ при безостановочномъ слѣдованіи въ 16,2 минуты, что даетъ среднюю скорость около 80 километровъ въ часъ. Наибольшіе подъемы на линіи 10 ‰.

Вагоны, обращающіеся между Буффало и Ніагарою, слѣдуютъ съ нѣсколько меньшими скоростями. Здѣсь, внѣ предѣловъ городовъ, средняя скорость движенія составляетъ около 43 километровъ въ часъ, ибо разстояніе въ 30 километровъ, отъ городской черты Буффало до города Ніагара проходится, включая остановки, въ 42 минуты.

Въ предѣлахъ города Буффало, благодаря частымъ остановкамъ и половинной скорости, разстояніе въ 9,6 километр. проходится въ 33 минуты, что даетъ среднюю скорость въ 17,4 километр. въ часъ.



Фиг. 18.

На фиг. 17, представленъ видъ вагона-двигателя, обрашающагося между Буффало и Ніагарою, на фиг. 18 видъ одной изъ его телѣжекъ съ двигателями.

Въ теченіе нѣсколькихъ поѣздокъ, совершенныхъ нами въ вагонахъ-двигателяхъ послѣдней линіи, а также между Буффало и Локпортомъ, мы были поражены совершенствомъ и правильностью, съ которой совершается здѣсь движеніе.

*) Поэтому въ предѣлахъ городовъ разрѣшается двигаться лишь съ послѣдовательнымъ соединеніемъ двигателей. Для строгаго соблюденія этого правила имѣется для вагоновожатыхъ два сорта ручекъ, изъ коихъ одна не можетъ быть переставлена на ходъ параллельнаго включенія двигателей, другая же допускаетъ обѣ комбинаціи. При проходѣ вагона черезъ городскую черту, вагоновожатый сдастъ ручку послѣдняго типа особому агенту на станціи, здѣсь находящейся, и получаетъ отъ него взамѣнъ ручку перваго рода.

На весьма высокія скорости, достигнутыя на этихъ линіяхъ, главнымъ же образомъ на линіи Тонаванда-Локпортъ, обращаемъ особое вниманіе. Онѣ наилучшимъ образомъ доказываютъ полную возможность пользоваться весьма большими скоростями на электрическихъ линіяхъ съ воздушными контактными проводами, безъ какихъ то бы ни было неудобствъ, въ родѣ соскакиванія ролика троллея съ контактнаго провода, обрывовъ контактныхъ проводовъ и проч.

Всѣ подобные упреки электрической тягѣ съ воздушными проводами основаны на недоразумѣніи, и вся суть успѣха заключается лишь въ раціональной и хорошей конструкціи электрической линіи и конечно въ безупречности электрическаго оборудованія подвижнаго состава.

Отмѣтимъ также тотъ фактъ, что среднія скорости (за исключеніемъ, конечно, движенія въ предѣлахъ городовъ) вообще немногимъ разнятся отъ максимальныхъ, въ противоположность тому, что наблюдается при паровой тягѣ.

Зависитъ это, главнымъ образомъ, отъ двухъ причинъ: во-первыхъ, электродвигатели обладаютъ весьма большимъ вращательнымъ моментомъ при трогапіи съ мѣста, періодъ ускоренія для нихъ весьма непродолжителенъ и полная скорость движенія достигается весьма быстро послѣ трогапія съ мѣста. Во-вторыхъ, мощность вагона-двигателя не является ограниченной тѣмъ источникомъ энергіи, который несутъ на себѣ паровозы, а зависитъ лишь отъ мощности двигателей и отъ энергіи, доставляемой центральной станціей. Благодаря этому движеніе на подъемахъ можетъ совершаться съ значительными скоростями, и является излишнимъ для достиженія высокой средней скорости—наверстывать потерю чрезмѣрными скоростями при движеніи подъ уклонъ.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ также, что достиженіе значительныхъ среднихъ скоростей на электрическихъ линіяхъ сопряжено съ меньшими опасностями, чѣмъ на паровыхъ линіяхъ. Къ тому же здѣсь имѣетъ мѣсто значительно меньшее разстройство пути, чѣмъ при паровой тягѣ, что обусловлено постоянствомъ вращательнаго момента въ теченіе оборота колеса и отсутствіемъ неправильно и постоянно мѣняющихся силъ инерціи движущихся частей.

Наконецъ, говоря о безопасности большихъ скоростей, не можемъ пройти молчаніемъ примѣненія, на описываемыхъ линіяхъ, электромагнитныхъ тормазовъ. Сущность электромагнитнаго тормаза заключается въ слѣдующемъ. На оси колеснаго ската наглухо насаженъ желѣзный дискъ *). Къ корпусу телѣжки, близъ этого диска прикрѣплено кольцеобразное тѣло, которое обхватываетъ, съ приличнымъ зазоромъ, ось ската.

*) При употребленіи сплошныхъ литыхъ колесъ безъ спицъ нѣтъ надобности на ось насаживать особый дискъ; слѣдуетъ только, при отливкѣ колеса, на задней сторонѣ его оставить утолщеніе, которое, послѣ обточки, вполнѣ замѣнитъ собою желѣзный дискъ.

Въ каждой половинѣ этого кольцеобразнаго тѣла, отлитаго изъ весьма мягкой стали, прорѣзаны съ одной стороны желобообразныя борозды. Въ эти желобообразныя борозды вставлены такой же формы обмотки, концы которыхъ выступаютъ черезъ особыя отверстія наружу. Затѣмъ борозды заливаются особаго рода сплавомъ и все выравнивается подъ плоскость. Эта плоская сторона кольцеобразнаго тѣла располагается противъ одной изъ плоскостей диска, насаженнаго на ось ската, и удерживается на небольшомъ разстояніи отъ этого диска не особенно сильными пружинами. При движеніи вагона кольцеобразное тѣло остается неподвижнымъ, дискъ же вращается близъ него вмѣстѣ со скатомъ колеса.

При пусканіи тока въ обѣ обмотки, подъ дѣйствіемъ появляющихся магнитныхъ силъ, кольцеобразное тѣло притягивается къ диску, и между плоскостями обоихъ возникаетъ треніе, соотвѣтственно силѣ тока, проходящаго въ лунообразныхъ обмоткахъ.

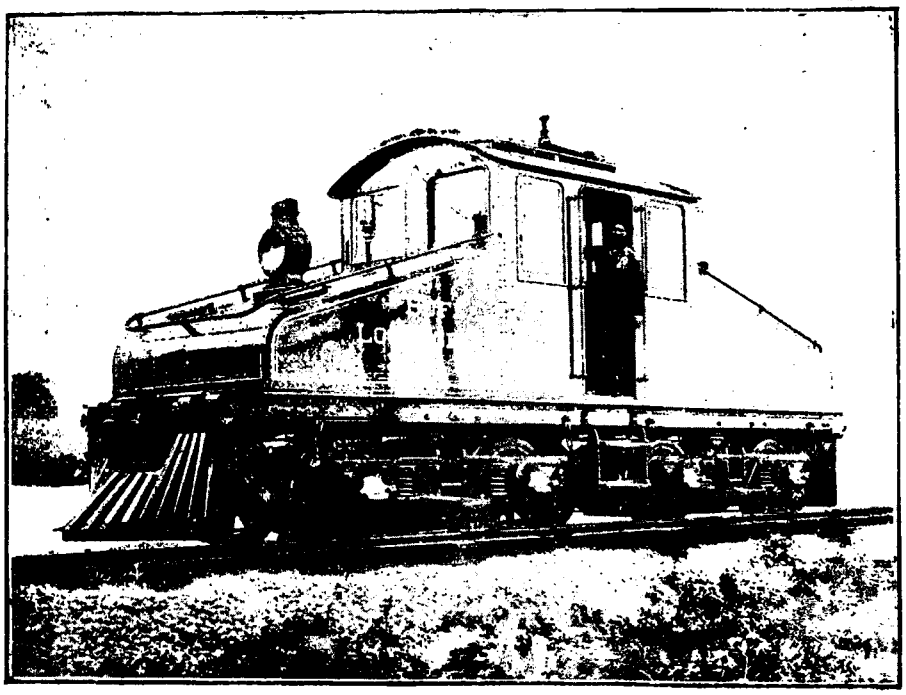
На самомъ дѣлѣ описанный электромагнитный тормазъ (разработанный фирмой General Electric C°) дѣйствуетъ слѣдующимъ образомъ. Передъ началомъ тормаженія, какъ всегда, поворотомъ главной ручки токъ, поступающій въ двигатели, выключается изъ послѣднихъ. Двигатели при этомъ будутъ работать какъ генераторы и возбуждать токъ, обратнаго направленія съ первоначальнымъ. Поворотомъ другой ручки контроллера токъ этотъ пускается въ обмотки электромагнитныхъ тормазовъ, и послѣдніе начинаютъ дѣйствовать. Съ уменьшеніемъ скорости хода вагона сила тока, посылаемаго двигателями въ эти обмотки, постепенно уменьшается,—сила тормаженія уменьшается и въ моментъ остановки вагона обращается въ нуль. На практикѣ, во избѣжаніе слишкомъ внезапнаго и сильнаго тормаженія, токъ, передъ поступленіемъ въ обмотки тормаза, проходитъ черезъ рядъ сопротивленій, которыя затѣмъ постепенно выключаются. Выключеніе и включеніе сопротивленій производится поворотомъ той же ручки контроллера. Надлежащимъ поворачиваніемъ ручки можно производить тормаженіе съ желаемою силою и плавностью, а въ случаѣ опасности съ замѣчательной силой и быстротой.

На практикѣ дѣйствіе этихъ тормазовъ не оставляетъ желать ничего лучшаго. Намъ неоднократно приходилось наблюдать ихъ дѣйствіе въ городѣ Буффало, гдѣ значительное движеніе экипажей, въ связи съ нѣкоторою безпечностью публики, а также сравнительно большая скорость движенія вагоновъ часто вызывали необходимость пользоваться имъ.

Полное же дѣйствіе его выказалось во время опытовъ, произведенныхъ для насъ главнымъ инженеромъ описываемыхъ линій С. К. Маршаллемъ на участкѣ Тонаванда-Ніагара.

Вагонъ-двигатель разгонялся до полной скорости и затѣмъ производилось тормаженіе съ желаемой силою и постепенностью. Нѣсколько

разъ было произведено быстрое тормаженіе. При скорости въ 64 километра въ часъ, остановка вагона на площадкѣ была произведена на разстояніи около 150 фут. или съ небольшимъ 20 саж. Вообще же очень замѣтнымъ является от-



Фиг. 19a.

сутствіе внезапныхъ толчковъ при пользованіи электромагнитнымъ тормазомъ, даже при самыхъ быстрыхъ тормаженіяхъ.

Замѣтимъ, между прочимъ, что по закону сохраненія энергіи въ этомъ тормазѣ для тормаженія пользуются подъ видомъ электрическаго тока не чѣмъ инымъ, какъ кинетической энергіей движущагося вагона.

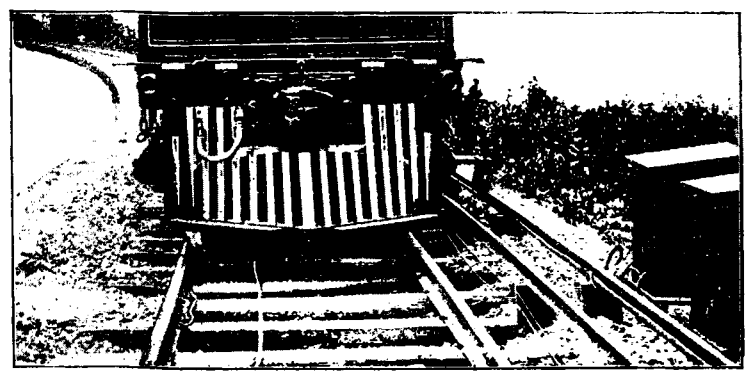
Заканчивая этимъ обзоръ пассажирскаго движенія на электрическихъ линіяхъ Буффало-Тонаванда-Локпортъ - Ніагара, перейдемъ къ товарному движенію, не менѣе интересному.

Оно введено пока на участкѣ Тонаванда-Локпортъ, длиною въ 21 километръ.

Какъ было сказано раньше, на этомъ участкѣ, электрическая тяга введена вмѣсто паровой; это есть обыкновенная желѣзнодорожная линія, оборудованная для электрической тяги. Ранѣе, при паровомъ движеніи эта вѣтвь обслуживалась 4-мя паровозами, производившими какъ пассажирское, такъ и товарное движеніе. Теперь же товарное движеніе производится здѣсь 2-мя электровозами, и со времени введенія электрической тяги оно увеличилось на 40%. (Пассажирское движеніе увеличилось примѣрно на 75%).

Электровозы, обращающіеся здѣсь, сохранивъ главныя черты электровозовъ, появившихся впервые въ Америкѣ на линіи Балтимора - Огайо въ 1895 году, отличаются отъ послѣднихъ всѣми усовершенствованіями, которыя указала практика и успѣхи техники за послѣдніе 3—4 года. Это послѣдніе типы, выпущенные заводомъ General Electric C°. Каждый электровозъ состоитъ изъ кузова особой формы, гдѣ помѣщаются всѣ приборы для управленія, покоющагося на 2-хъ двухъосныхъ телѣжкахъ. Каждая телѣжка снабжена 2-мя двигателями типа G. E. 55 по 160 л. с. каждый, что составляетъ для электровоза общую мощность въ 640 л. с.

Вращеніе двигателей передается скатамъ колесъ при помощи простой зубчатой передачи вмѣсто системы съ полыми осями, имѣющейся на электровозахъ Балтимора-Огайо. Отъ послѣдней системы въ настоящее время въ Америкѣ совершенно отказались изъ конструктивныхъ соображеній *), и система съ простой зубчатой передачей, теперь



Фиг. 19b.

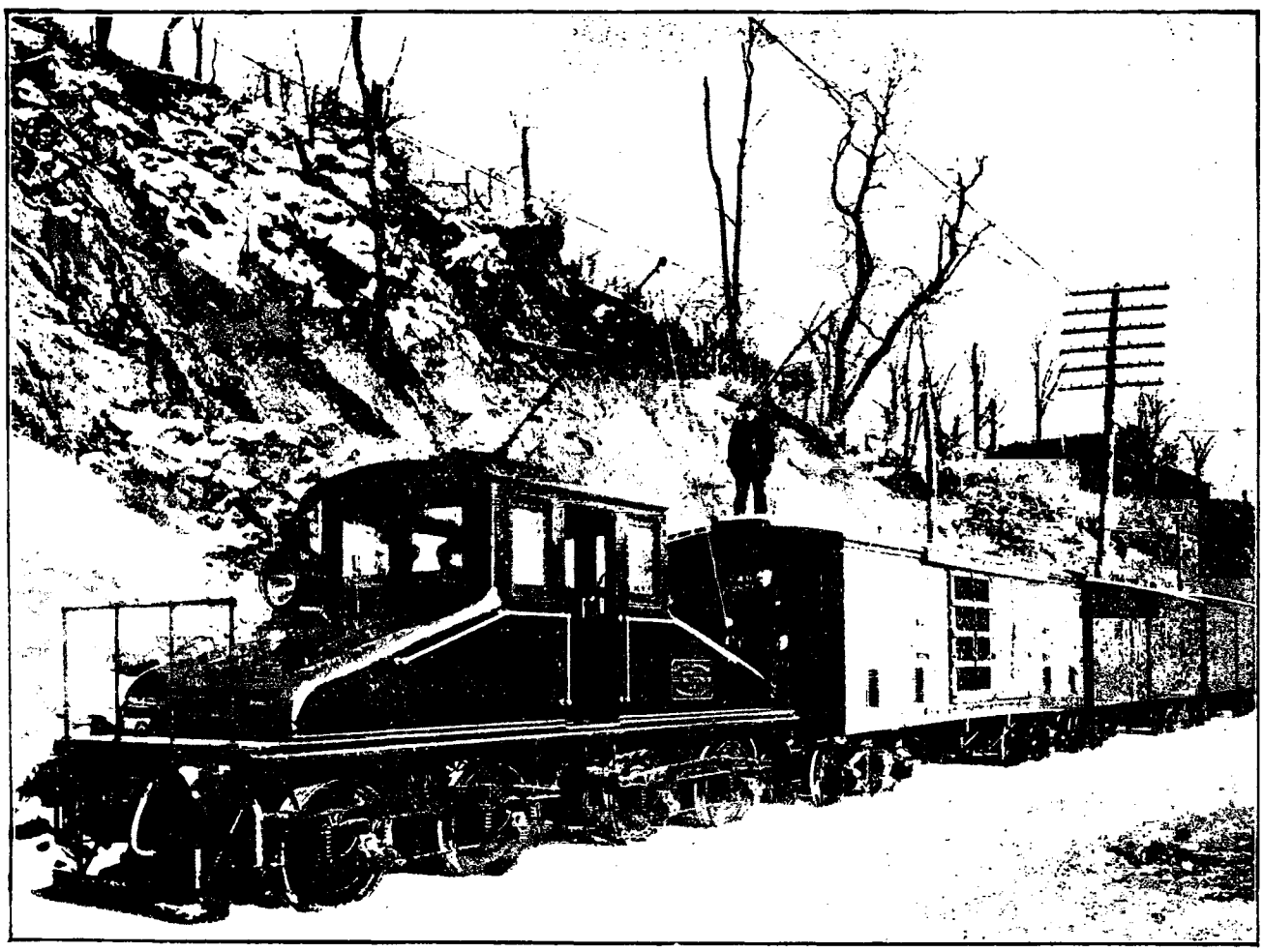
исключительно распространенная, найдена вполнѣ практичной какъ для малыхъ, такъ и для самыхъ большихъ скоростей.

Вѣсъ каждаго изъ электровозовъ Тонаванда-Локпортъ около 36 тоннъ. Такой электровозъ

*) Трудность осмотра, смѣны и ремонта.

на этой линіи, гдѣ попадаются 10‰ подъемы, тянетъ поѣздъ въ 270 тоннъ со средней скоростью въ 24 километра въ часъ.

При среднемъ вѣсѣ американскаго груженаго товарнаго вагона въ 27 тоннъ, это составитъ поѣздъ въ 10 вагоновъ **). Токъ, необходимый для движенія такихъ поѣздовъ, берется съ воздушнаго контактнаго провода лишь однимъ роликомъ троллея. Опытъ показалъ, что при такихъ скоростяхъ является возможнымъ съ однимъ лишь роликомъ троллея пользоваться при 500 электровозами въ Шенектеди на заводской пробной вѣткѣ, спеціально построенный Обществомъ General Electric C°, для опытовъ электрической тяги, этотъ же электровозъ свободно перемѣщалъ на площадкѣ, со скоростью 24 километровъ въ часъ, поѣздъ въ 750 тоннъ. Токъ здѣсь брался не съ воздушнаго контактнаго провода, а съ третьяго рельса при помощи скользящихъ ползуновъ подобно тому, какъ это устроено на линіи Гартфордъ - Нью - Британъ - Берлинъ. Видъ электровоза на пробной заводской вѣткѣ въ



Фиг. 20.

вольтахъ токами въ 300—400 амперъ. Въ теченіе же короткихъ промежутковъ времени, какъ, напримѣръ, при трогании съ мѣста, можно пользоваться токами въ 500 — 600 амперъ. Только этими послѣдними условіями ограничивается мощность электровозовъ при системѣ тяги съ воздушными контактными проводами.

На испытаніяхъ, произведенныхъ съ этими Шенектеди и видъ самой линіи представленъ на фиг. 19a и b. Здѣсь троллей не установленъ, а вмѣсто него временно поставленъ ползунъ. Далѣе, на фиг. 20 представленъ электровозъ съ поѣздомъ на портовой вѣткѣ въ Гобокенѣ, на прав. берегу р. Гудзона, близъ Нью-Іорка, приспособленный для тяги съ воздушнымъ проводомъ.

Какъ видно на этихъ фигурахъ, кузовъ электровоза имѣетъ особую форму. Форма эта придана для большой компактности и вмѣстѣ съ тѣмъ для того, чтобы изъ помѣщенія для вагоновожатаго удобно было наблюдать путь. Ско-

**) Здѣсь разумѣются метрическія тонны въ 1000 килогр. Американская тонна составляетъ 0.906 метрической, т. е. содержитъ 906 кгр.

шенные концы электровоза, между прочимъ, способствуютъ уменьшенію сопротивленія воздуха при большихъ скоростяхъ. Длина электровоза 32′, высота надъ уровнемъ рельсовъ 12′, разстояніе между центрами осей одной телѣжки 6′.

Для управленія электровозомъ въ помѣщеніи вагоновожатаго имѣются контроллеръ, маневровый кранъ воздушнаго тормаза, маховичекъ ручнаго тормаза, амперметръ, автоматическій выключатель, рычагъ къ песочницѣ и проводъ къ воздушному свистку. Кромѣ свистка, какъ на всѣхъ американскихъ паровозахъ, имѣется колоколъ, которымъ полагается пользоваться при движеніи въ чертѣ города. Въ концахъ электровоза, подъ скошенными концами, расположены реостаты для пусканія въ ходъ и воздушный насосъ, приводимый въ дѣйствіе небольшимъ электродвигателемъ.

Кромѣ того слѣдуетъ отмѣтить очень удачное приспособленіе для управленія шестомъ троллея. Шестъ можетъ перемѣщаться, какъ во всѣхъ установкахъ подобнаго рода, въ вертикальной плоскости и кромѣ того вся база, къ которой онъ прикрѣпленъ, можетъ вращаться вокругъ вертикальной оси, установленной на крышѣ электровоза. Особой пружиной, конецъ шеста съ роликомъ прижимается снизу къ контактному проводу. Отжатіе ролика отъ контактнаго провода производится просто впускомъ сжатаго воздуха въ особый поршенекъ. Поворотъ же около вертикальной оси производится особымъ небольшимъ рычажкомъ, находящимся подъ крышей электровоза.

Такимъ образомъ можно быстро и просто установить шестъ съ роликомъ въ надлежащее положеніе, не выходя изъ будки электровоза.

Вообще электровозы линіи Тонаванда-Локпортъ производятъ самое лучшее впечатлѣніе хорошей и тщательно обдуманной конструкціей; работаютъ они, судя по всѣмъ даннымъ, очень хорошо, съ полнымъ успѣхомъ производя все товарное движеніе на названномъ участкѣ.

Благодаря любезности главнаго инженера электрическихъ линій С. К. Маршалля мы имѣли возможность лично видѣть электровозы въ дѣйствіи во время ихъ повседневной работы и совершить на одномъ изъ нихъ двѣ поѣздки съ товарными поѣздами. Въ обоихъ случаяхъ поѣздъ состоялъ изъ 7-ми груженыхъ товарныхъ вагоновъ, т. е. вѣсилъ около 200 тоннъ.

Съ такими поѣздами мы шли на площадкахъ со скоростью 38 километровъ въ часъ, причемъ амперметръ показывалъ все время около 160 амперъ; на 10‰ подъемѣ скорость была около 24 километровъ въ часъ. Наибольшій токъ, замѣченный нами при троганіи съ мѣста, былъ 350 амперъ.

Благодаря расположенію электровоза на телѣжкахъ, ходъ его былъ удивительно плавный, какъ на прямомъ пути, такъ и на закругленіяхъ. Ощущалось лишь небольшое сотрясеніе на стыкахъ. Здѣсь же очень яснымъ образомъ мы замѣтили вліяніе на плавность хода типа верхняго строенія полотна. Въ одинъ моментъ, ничего не подозрѣвая, мы замѣтили, что сотрясенія стали меньшими при той же скорости. Оказалось, что мы перешли съ 23-хъ-фунтовыхъ рельсовъ на вновь уложенные 33-хъ-фунтовые. Упоминаемъ здѣсь объ этомъ хорошо извѣстномъ фактѣ потому, что онъ выказался чрезвычайно рельефно, благодаря отсутствію возмущающихъ движеній въ движущихъ частяхъ электровоза.

Всѣ участки описанной системы работаютъ непрерывно въ теченіе всего года. Мѣстность, въ которой онѣ находятся, расположенная почти на сѣверной границѣ Штатовъ, имѣетъ довольно суровыя и продолжительныя зимы при большомъ количествѣ снѣжныхъ осадковъ. Но по свидѣтельству многихъ лицъ, которыхъ мы распрашивали, суровыя климатическія условія не препятствуютъ правильному движенію на электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Для расчистки снѣга имѣются особые электрическіе снѣгоочистители. Расчистка снѣга, выпавшаго правильнымъ слоемъ, производится снѣгоочистителями, имѣющими на передней части родъ плуга. Плугъ этотъ подъемный и прикрѣпленъ къ простому небольшому электрическому вагону. Внутри вагона помѣщаются, кромѣ обычныхъ приборовъ для управленія вагономъ, — кирки, лопаты и проч. На дорогахъ въ одинъ путь, плугъ двусторонній, который и отгребаетъ снѣгъ по обѣ стороны пути. На дорогахъ въ два пути плугъ односторонній, и отгребаніе снѣга производится въ одну внѣшнюю сторону полотна. Въ этомъ случаѣ плугъ захватываетъ также половину промежутка между путями.

Расчистка же снѣжныхъ заносовъ производится вращательными центробѣжными снѣгоочистителями, отбрасывающими снѣгъ въ сторону съ значительной силой. Вращеніе лопастей такого снѣгоочистителя, также какъ и перемѣщеніе его, производятся опять электрическимъ токомъ отъ контактнаго провода.

Вообще расчистка снѣга не представляетъ никакихъ затрудненій. Гораздо болѣе важнымъ факторомъ является гололедица. Если бы противъ нея не принималось особыхъ мѣръ, то случаи обрыва проводовъ были бы неизбѣжны. Но здѣсь является возможнымъ принимать мѣры, которыя невозможны для обыкновенныхъ телеграфныхъ и телефонныхъ линій.

Гололедица, какъ извѣстно, образуется главнымъ образомъ во время заморозковъ, наступающихъ послѣ оттепели, или когда во время дождя температура опускается ниже нуля, и выражается въ наростаніи ледяной корочки, главнымъ и почти исключительнымъ образомъ, снизу проводовъ. Кромѣ того образованіе гололедицы происходитъ въ большинствѣ случаевъ ночью вслѣдствіе пониженія температуры въ это время.

Особенно рѣзкимъ является ея появленіе, если пониженіе температуры сопровождается холоднымъ вѣтромъ. Конечно рѣзкая перемѣна

температуры, послѣ дождя или оттепели, можетъ произойти и днемъ, но это случай болѣе рѣдкій и онъ неудобства не представляетъ, такъ какъ непрерывное движеніе на линіи и прохожденіе ролика троллея по контактному проводу препятствуетъ образованію гололедицы.

Ночью же движеніе бываетъ болѣе рѣдкимъ, а иногда совершенно прекращается, и поэтому случай ночной гололедицы является наиболѣе важнымъ. Вѣроятное ночное пониженіе температуры ниже нуля однако можно предвидѣть, и въ подобныхъ случаяхъ поздно вечеромъ пускаютъ по линіямъ, на которыхъ нѣтъ ночного движенія, обыкновенный вагонъ съ особымъ типомъ ролика троллея. Этотъ роликъ по формѣ совершенно тождественъ съ обыкновеннымъ колесикомъ, но по окружности его на небольшомъ разстояніи отъ краевъ прорѣзаны круглыя сквозныя отверстія.

Такимъ образомъ по краямъ желоба образуется рядъ острыхъ реберъ, и соприкасаніе колесика къ контактному проводу въ теченіе одного оборота его не вполнѣ непрерывное. При движеніи вагона, образующаяся гололедица отчасти скалывается этими ребрами, отчасти же оттаиваетъ подъ дѣйствіемъ искръ, вспыхивающихъ вслѣдствіе неравномѣрнаго соприкосновенія ролика троллея къ контактному проводу.

Проходя черезъ извѣстные промежутки времени ночью по однимъ и тѣмъ же мѣстамъ линіи, вагонъ съ такимъ роликомъ совершенно препятствуетъ образованію гололедицы къ утру, т. е. къ началу правильнаго и частаго движенія, когда гололедица уже образоваться не можетъ.

Правда, роликъ такого типа довольно быстро перегораетъ, обыкновенно послѣ пробѣга въ 15—20 километровъ, и замѣняется новымъ; но это не представляетъ ни особыхъ затрудненій, ни расходовъ; на наши деньги такой роликъ стоитъ около 1,5 рубля.

Способъ этотъ на практикѣ оказался очень дѣйствительнымъ.

26-го февраля сего года, будучи въ Бостонѣ, мы осматривали днемъ систему городскихъ трамваевъ, весьма замѣчательную по совершенству устройства и величинѣ протяженія (около 450 километр.), и нѣсколько центральныхъ станцій. Цѣлый день шелъ дождь и температура была немного выше нуля. Вечеромъ у насъ было назначено свиданіе съ главнымъ инженеромъ этихъ трамваевъ, Бевапомъ, но около 8-ми часовъ вечера онъ телефонировалъ намъ, что не можетъ прійти, такъ какъ по всѣмъ даннымъ ночью ожидается гололедица, и онъ будетъ занятъ принятіемъ мѣръ, о которыхъ только что говорилось. Дѣйствительно ночью температура довольно значительно понизилась и образовалась сильная гололедица. Утромъ 27-го февраля всѣ улицы Бостона были покрыты слоемъ льда, были случаи обрыва телеграфныхъ и телефонныхъ проводовъ, и ни одного случая обрыва контактныхъ проводовъ трамваевъ; такимъ образомъ движеніе трамваевъ началось утромъ безпрепятственно и въ совершенно нормальныхъ условіяхъ.

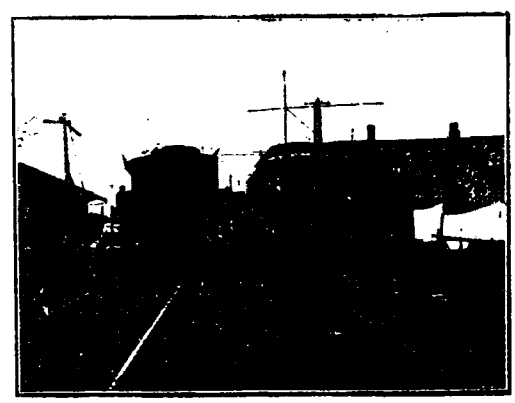
На этомъ обстоятельствѣ мы остановились подробно, такъ какъ усматриваемъ въ немъ особый интересъ для электрическихъ дорогъ въ Россіи, гдѣ климатическія условія весьма подходятъ къ условіямъ сѣверныхъ штатовъ Союза. Весь вопросъ слѣдовательно сводится къ тому, чтобы своевременно принимать надлежащія мѣры, простыя и въ то же время дѣйствительныя.

Возвращаясь къ линіи Тонаванда - Локпортъ, замѣтимъ еще, что конечныя ея станціи являются весьма характерными даже для поверхностнаго наблюдателя. Здѣсь рядомъ съ электровозами движутся паровозы, поѣзда съ паровыхъ участковъ передаются на электрическіе, и это соединеніе обѣихъ системъ въ одномъ мѣстѣ особенно разительно показываетъ, что электрическая тяга на обыкновенныхъ желѣзныхъ дорогахъ уже вступила въ область дѣйствительности.

На нѣкоторыхъ изъ прилагаемыхъ здѣсь фиг., исполненныхъ по фотографіямъ, снятымъ нами

Пересѣченіе желѣзнодорожныхъ линій съ паровой и электрической тягами. (Вдали виденъ электрическій поѣздъ, ожидающій прохода паровоза).

Фиг. 21.



Перегрузка товаровъ съ паровоза (лѣвый) на электрическій (правый) поѣздъ.

Фиг. 22.

во время осмотра означенныхъ линій, можно видѣть соединеніе обѣихъ системъ—паровой и электрической тяги.

Одновременное маневрированіе на станціи пароваго (лѣвый) и электрическаго (правый) поѣздовъ.

Фиг. 23.

Въ финансовомъ отношеніи введеніе электрической тяги, вмѣсто паровой, на участкѣ Тонаванда-Локпортъ дало очень хорошіе результаты.

При паровой тягѣ эта вѣтвь приносила убытки; теперь она приноситъ прибыль. Правда, энергія теперь доставляется Ніагарскимъ водопадомъ, но это не значитъ еще, что стоимость ея многимъ меньше, чѣмъ стоимость энергіи, производимой паровыми станціями при мѣстныхъ цѣнахъ на уголь *), такъ какъ устройство центральной станціи на Ніагарскомъ водопадѣ стоило колоссальныхъ денегъ.

Но конечно возможность имѣть электрическую энергію отъ водопада, не производя ее на мѣстѣ потребленія, представляетъ громадныя выгоды въ смыслѣ простоты и удобства.

Въ настоящее время центральная станція № 1 на Ніагарскомъ водопадѣ продаетъ электрическую энергію по 25 долларовъ, или около 50 р. за 1 л. с. въ годъ.

Стоимость эта относится къ энергіи, отпускаемой у самой станціи. При передачѣ на разстояніе часть ея теряется въ проводахъ, такъ что напримѣръ, 1 л. с. на подстанціяхъ, питающихъ описанную группу электрическихъ дорогъ, стоитъ уже около 28,3 долл., или около 56,6 руб. въ годъ.

Указывая на тотъ фактъ, что цѣны на электрическую энергію въ мѣстностяхъ, лежащихъ въ области Ніагарскаго водопада, опредѣляются цѣнами на уголь въ этихъ мѣстахъ, С. К. Маршалль выразилъ намъ свое мнѣніе, что даже въ томъ случаѣ, если бы здѣсь Ніагарскаго водопада не было, введеніе электрической тяги, вмѣсто паровой, на участкѣ Тонаванда-Локпортъ все-таки отразилось бы уменьшеніемъ эксплоатаціонныхъ расходовъ и почти такъ же, какъ это имѣетъ мѣсто теперь.

Что касается тарифовъ, то для товаровъ они уменьшились крайне мало, для пассажировъ же вдвое. Вмѣсто двухъ центовъ съ пассажира за милю, теперь взимается 1 центъ.

Впрочемъ, выгоды и удобства введенія электрической тяги, вмѣсто паровой, проявились здѣсь настолько наглядно, что въ самомъ близкомъ будущемъ предполагается ввести ее, вмѣсто паровой, еще на нѣсколькихъ смежныхъ участкахъ линій New-York, Central, Lake Erie and Western Rw.

*) Тонна хорошаго угля стоитъ здѣсь 3,5 доллара.

А. П. Смирновъ. Я попрошу тѣхъ лицъ, которыя желали бы получить какія либо разъясненія по только что выслушанному докладу, предложить докладчику вопросы.

А. Г. Коганъ. Я бы хотѣлъ попросить докладчика разъяснить одинъ фактъ, который я не совсѣмъ понялъ.

Вы говорили о безопасности третьяго рельса, который употребляется въ качествѣ проводника, причемъ указали, что изоляція его настолько хороша, что даже части рельсовъ, бывшія подъ водой, не подверглись какому-либо поврежденію. Но не происходитъ-ли вслѣдствіе этого ухудшеніе изоляціи?

Г. І. Графтіо. Конечно, происходитъ небольшое ухудшеніе изоляціи, является утечка, но очень небольшая. Система дѣйствовала, однако, очень исправно, несмотря на то, что путевые рельсы находились подъ водой.

А. Г. Коганъ. Слѣдовательно, совершенно не происходило короткаго замыканія?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ.

А. Г. Коганъ. А параффиновые кубики какимъ образомъ расположены подъ путемъ?

Г. І. Графтіо. Они на шпалахъ.

А. Г. Коганъ. На тѣхъ же самыхъ шпалахъ, на которыхъ лежатъ рельсы?

Г. І. Графтіо. Да, и затѣмъ верхнія части кубиковъ нѣсколько скошены, такъ что третій рельсъ весьма удобно лежитъ на нихъ.

А. Г. Коганъ. Слѣдовательно, третій рельсъ расположенъ на продольныхъ кубикахъ безъ всякой прокладки между шпалами?

Г. І. Графтіо. Безъ всякой прокладки. Онъ, такъ сказать, на вѣсу.

А. Г. Коганъ. Затѣмъ, у меня есть еще одинъ вопросъ относительно средняго расхода тока. При расходѣ энергіи на линіяхъ, на которыхъ движеніе происходитъ, какъ вы сказали, чрезъ промежутки въ 15 и даже 5 минутъ, при такомъ движеніи не было ли сдѣлано подсчета расхода тока на тонну—километръ? Нѣтъ такихъ данныхъ?

Г. І. Графтіо. Опубликованныхъ данныхъ не имѣется. Я не интересовался спеціально вопросомъ, каковъ расходъ тока на километръ-вагонъ или осе-версту, потому что расходъ тока можно всегда подсчитать; меня интересовала максимальная сила тока, которая можетъ быть получена съ воздушныхъ проводовъ.

А. Г. Коганъ. Вы только съ этой точки зрѣнія смотрѣли?

Г. І. Графтіо. Да, потому что сопротивленіе поѣзда движенію есть величина, болѣе или менѣе извѣстная, отдача двигателя также извѣстна; а зная эти двѣ величины, всегда можно подсчитать, какой токъ требуется для движенія поѣзда съ извѣстною скоростью.

А. Г. Коганъ. Это совершенно вѣрно относительно силы тока, необходимой въ данный моментъ. Но такъ какъ сопротивленіе поѣзда есть величина значительно мѣняющаяся въ зависимости отъ различныхъ причинъ, а расходъ тока составляетъ только часть расходовъ на

эксплоатацію, то эта величина не всегда соотвѣтствуетъ той силѣ тока, которая необходима въ данный моментъ. Меня тутъ болѣе всего интересуетъ вопросъ о стоимости эксплоатаціи. Имъ вы детально не занимались?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ.

А. Г. Коганъ. Затѣмъ вы упоминали, что на существующихъ тамъ вагонахъ почти повсюду примѣняется автоматическій выключатель, помимо тѣхъ приборовъ, которые обыкновенно употребляются на городскихъ желѣзныхъ дорогахъ, даже исключая автоматическій тормазъ. Мнѣ желательно знать, какая цѣль этого автоматическаго выключателя?

Г. І. Графтіо. Назначеніе этого прибора состоитъ въ томъ, чтобы слишкомъ большой токъ не проходилъ въ двигатель. Онъ собственно замѣняетъ собою предохранитель.

А. Г. Коганъ. Такъ что предохранителя нѣтъ?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ, а прямо выключатель.

А. Г. Коганъ. И разсчитывается на максимальную возможную силу тока?

Г. І. Графтіо. Да, на ту силу тока, которую можетъ выдерживать двигатель безъ вреда. Въ настоящее время автоматическій выключатель почти исключительно примѣняется вмѣсто предохранителя, потому что его дѣйствіе болѣе точно, чѣмъ предохранителя.

А. Г. Коганъ. На осмотрѣнныхъ вами дорогахъ, для какой силы тока ставится автоматическій выключатель?

Г. І. Графтіо. Не помню.

А. Г. Коганъ. Вы говорили, что сила тока доходитъ иногда до 600 амперъ, это вѣроятно, на электровозѣ?

Г. І. Графтіо. Да.

А. Г. Коганъ. А на вагонѣ-двигателѣ, который идетъ съ прицѣпнымъ вагономъ, вѣроятно сила тока доходитъ до 140 амперъ?

Г. І. Графтіо. До 150 амперъ.

А. Г. Коганъ. Это при максимальной скорости?

Г. І. Графтіо. На электровозѣ—при скоростяхъ 20—30 километровъ въ часъ, въ товарныхъ поѣздахъ, и при напряженіи тока въ 500—550 вольтъ, можно пользоваться токомъ въ 300—400 амперъ, съ однимъ колесикомъ троллея, а при трогапіи съ мѣста, 500—600 амперъ. При этомъ я долженъ сказать, что колесико троллея изнашивается сравнительно быстро. Напр., на электровозахъ, обращающихся между Тонавандой и Локпортомъ, средняя продолжительность службы колесика троллея 3—4 дня, но бываетъ, что онъ изнашивается уже на второй день.

А. Г. Коганъ. А сколько километровъ дѣлаетъ такое колесико въ день? Это собственно величина, наиболѣе существенная въ данномъ вопросѣ.

Г. І. Графтіо. Въ день оно совершаетъ три полныхъ перегона, т. е. до 120 верстъ.

А. Г. Коганъ. Хватаетъ его на 3—4 дня?

Г. І. Графтіо. Хватаетъ.

А. Г. Коганъ. Діаметръ этого колесика тамъ больше, чѣмъ на городскихъ дорогахъ?

Г. І. Графтіо. Діаметръ меньше, но желобъ нѣсколько шире. Сначала дѣлали желобъ такъ, чтобы онъ обхватывалъ проводъ по возможности болѣе, чтобы соприкасаніе получалось большее. Но это не оправдалось на дѣлѣ, потому что при прохожденіи чрезъ кривыя такое колесико легче соскакивало съ провода, и вообще соприкасаніе не имѣетъ такого большого значенія при нѣкоторыхъ скоростяхъ, при подскакиваніи колесика. Теперь дѣлаютъ желобъ колесика болѣе широкимъ.

А. Г. Коганъ. Вы сказали, что на тѣхъ линіяхъ, которыя вы видѣли, станція постояннаго тока находилась на разстояніи 20 километровъ отъ конца линіи. Вамъ приходилось наблюдать крайній предѣлъ той длины, при которой электрическія желѣзныя дороги пользуются одною станціею, т. е. какой максимальный радіусъ дѣйствія одной станціи постояннаго тока?

Г. І. Графтіо. Мнѣ кажется, что максимумъ его есть 20 километровъ, потому что на другихъ линіяхъ, которыя я видѣлъ, станціи постояннаго тока находятся на разстояніи 8—10 километровъ.

А. Г. Коганъ. На тѣхъ линіяхъ, гдѣ онѣ находятся на разстояніи 20 километровъ, движеніе очень сильное?

Г. І. Графтіо. Поѣзда движутся каждые полчаса въ обоихъ направленіяхъ.

П. К. Войводъ. На той станціи для постояннаго тока, которая находится на разстояніи 20 километровъ, токъ идетъ прямо отъ динамомашины безъ особыхъ повысителей напряженія?

Г. І. Графтіо. Я тамъ не видѣлъ этихъ повысителей.

П. К. Войводъ. А какой двигатель у этихъ динамомашинъ? каково напряженіе тока?

Г. І. Графтіо. 550 вольтъ.

П. К. Войводъ. А на концѣ линіи?

Г. І. Графтіо. Не менѣе 400.

П. К. Войводъ. Слѣдовательно, паденіе напряженія въ линіи достигаетъ 150 вольтъ.

Г. І. Графтіо. Да. Но теперь хотятъ уменьшить это паденіе, примѣняя регулирующую батарею аккумуляторовъ. Въ настоящее время тамъ предполагаютъ устроить особую станцію аккумуляторовъ, которые бы заряжались отъ центральной станціи, и затѣмъ перевозить весь вагонъ съ аккумуляторами по извѣстной линіи.

П. К. Войводъ. Въ настоящее время на югѣ Франціи устроена 50-километровая линія, но тамъ доставляютъ токъ дальше на линію при помощи отдѣльныхъ повысителей напряженія на станціи.

Г. І. Графтіо. На такихъ большихъ разстояніяхъ, конечно, самымъ правильнымъ и раціональнымъ является передача трехфазнымъ токомъ высокаго напряженія.

Н. В. Поповъ. Я бы хотѣлъ спросить васъ о нѣкоторыхъ деталяхъ вашего чрезвычайно интереснаго доклада. Прежде всего, я желалъ бы вернуть васъ къ тому вопросу, который былъ уже затронутъ А. Г. Коганомъ. Для меня тоже не вполнѣ ясно, что значитъ, что никакихъ замѣтныхъ неисправностей не было при заливаніи пути водой при случаѣ средняго рельса?

Г. І. Графтіо. То есть, что двигатели не попортились и не происходило короткихъ замыканій. Конечно нѣкоторая утечка была, но этимъ все и ограничивалось.

Н. В. Поповъ. Но вѣдь здѣсь выходитъ такъ, что между среднимъ рельсомъ и крайними дѣйствуетъ полное рабочее напряженіе. Значитъ, если водою зальется средній рельсъ, то мы имѣемъ какъ бы водяной реостатъ, и съ электрической точки зрѣнія совершенно непонятно, какъ же тутъ будетъ только *нѣкоторое* отвѣтвленіе, *нѣкоторая* порча. Вѣдь казалось бы, что здѣсь порча будетъ, во всякомъ случаѣ, значительная и утечка будетъ значительная. Формулируя этотъ вопросъ, я бы хотѣлъ отъ васъ знать вотъ что: при нормальномъ состояніи этого пути, какой величины электрическое сопротивленіе между среднимъ рельсомъ и тѣмъ или другимъ путевымъ рельсомъ, на километръ пути?

Г. І. Графтіо. Къ сожалѣнію, наводненіе, на которое я указывалъ, произошло не при мнѣ, и я знаю лишь изъ разсказовъ. Величина сопротивленія мнѣ не была сообщена. Но дѣло въ томъ, что несмотря на то, что путь былъ залитъ водой, все-таки поѣздъ могъ двигаться. Вотъ что мнѣ извѣстно. А я лично не производилъ опытовъ.

Н. В. Поповъ. Значитъ, болѣе или менѣе точныхъ данныхъ по этому вопросу вы не можете сказать?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ. Величины изоляціи я не знаю.

Н. В. Поповъ. Тогда позвольте предложить вамъ другой вопросъ. Говоря объ одной станціи у Ніагарскаго водопада, вы показали намъ рисунокъ вращающагося трансформатора и указали, что эта машина даетъ 97% полезнаго дѣйствія. Я въ этомъ чрезвычайно сильно сомнѣваюсь. Вѣдь этотъ коэффиціентъ составляетъ изъ произведенія двухъ коэффиціентовъ,—передачи энергіи въ работу, и работы въ трамвайный токъ При такихъ условіяхъ отдача въ 97% представляется что то ужъ чрезвычайно большимъ и совершенно неожиданнымъ числомъ.

Г. І. Графтіо. Это число не только получалось на той линіи, но мнѣ постоянно указывали на него вообще инженеры компаніи.

Н. В. Поповъ. Это требуетъ строгаго критическаго отношенія; трудно повѣрить этому. Если бы это было 79%, то и тогда надо было бы быть благодарнымъ. А это ужъ очень много.

П. К. Войводъ. Можетъ быть, это полезное дѣйствіе только одной половины трансформатора?

Н. В. Поповъ. Затѣмъ я бы хотѣлъ спросить вотъ о чемъ: эти двигатели, стало быть, асинхронные?

Г. І. Графтіо. Да.

Н. В. Поповъ. Какой косинусъ у нихъ практически?

Г. І. Графтіо. Сейчасъ не припомню.

Н. В. Поповъ. Это здѣсь играетъ громадную роль.

А. И. Смирновъ. У васъ, вѣроятно, есть эти каталоги?

Г. І. Графтіо. Они у меня дома есть.

А. И. Смирновъ. Тамъ, вѣроятно, это указано.

Н. В. Поповъ. Разъ это такія совершенныя машины, какъ вы о нихъ говорите, (хотя я лично немного сомнѣваюсь въ этомъ), то это вопросъ очень интересный.

Г. І. Графтіо. Здѣсь Cos φ не имѣетъ никакого значенія, потому что этотъ двигатель получаетъ трехфазный токъ.

Н. В. Поповъ. Нѣтъ, этого не скажите. При проектированіи машины полученіе Cos φ той или другой величины играетъ большую роль. Въ томъ то и дѣло, что эти двигатели не синхроническіе.

Г. І. Графтіо. Они обладаютъ свойствомъ уменьшать φ. Если есть рядъ двигателей и имѣется вращающійся трансформаторъ, то онъ увеличиваетъ Cos, онъ до нѣкоторой степени парализуетъ дѣйствіе асинхронныхъ двигателей трехфазнаго тока.

Н. В. Поповъ. Я и спрашиваю: синхроническія это машины или не синхроническія?

Г. І. Графтіо. Синхроническія.

Н. В. Поповъ. Этотъ вопросъ, повидимому, тутъ тоже не выясненъ. Я хотѣлъ бы еще знать, какова толщина воздушнаго провода, отъ котораго берется эта мощная энергія въ 300 амперъ при сдвигѣ съ мѣста? Какое сѣченіе этого проводника?

Г. І. Графтіо. Тотъ проводъ, который васъ интересуетъ, имѣетъ сѣченіе 107,2 мм^2., а круглый проводъ, который идетъ на другихъ участкахъ, кромѣ Тонаванда-Локпортъ, въ 9,27 мм. діаметромъ, а сѣченіе 67,4 мм^2.

Н. В. Поповъ. Еще послѣдній вопросъ. Вы говорили, что тормаза тамъ электромагнитные,—что то вродѣ Джоулевскихъ электромагнитовъ. Но если они такъ быстро останавливаютъ, то слѣдовательно, здѣсь двигатели замыкаются на эту катушку электромагнита?

Г. І. Графтіо. Да, чрезъ посредство сопротивленія.

Н. В. Поповъ. И потомъ этотъ вращающійся кружокъ тормазитъ ведущую ось?

Г. І. Графтіо. На оси ската имѣется одинъ дискъ, который вращается вмѣстѣ съ этимъ скатомъ, а рядомъ съ нимъ другой дискъ, который прикрѣпленъ къ двигателю или телѣжкѣ, и чрезъ него ось проходитъ свободно, такъ что пока первый дискъ вращается, этотъ остается неподвижнымъ. Они на небольшомъ разстояніи одинъ отъ другого и удерживаются на этомъ разстояніи. Второй дискъ можетъ имѣть небольшія перемѣщенія по направленію къ оси ската. Эти два диска могутъ образовать очень удобно замкнутую магнитную цѣпь.

Н. В. Поповъ. Слѣдовательно, по мѣрѣ тормаженія необходимо реостатъ выключать, потому что дѣйствіе этого тормаза асимптотическое; именно, чѣмъ поѣздъ ближе къ остановкѣ, тѣмъ медленнѣе остановка?

Г. І. Графтіо. Да, тѣмъ слабѣе. При этомъ, если бы сразу выключить реостаты и пустить токъ въ двигатели, то они можетъ быть, сгорѣли бы, хотя въ крайнихъ случаяхъ это и дѣлается безъ вреда для двигателей. Вначалѣ все-таки нужна нѣкоторая постепенность, а нельзя дѣлать это быстро. Вначалѣ всегда эти сопротивленія включаются, а потомъ постепенно они выключаются. По мѣрѣ того, какъ дѣйствіе тормазовъ уменьшается, сопротивленіе будетъ все меньше и меньше.

М. А. Шателенъ. Вы сказали, что главнымъ образомъ примѣняется передача движенія отъ двигателя къ оси зубчатками. Не случалось ли вамъ видѣть шатуны при передачѣ?

Г. І. Графтіо. Это старая система, отъ которой теперь отказались.

М. А. Шателенъ. Нѣтъ, въ самыхъ послѣднихъ электровозахъ еще примѣняли ее и дѣлали опыты.

Г. І. Графтіо. Когда я былъ на заводѣ Вестингауза и на другихъ заводахъ, то объ этихъ шатунахъ ничего не говорилось.

М. А. Шателенъ. Они именно желѣзные и примѣнялись на трамваяхъ большой скорости. Одно время ихъ пропагандировали. Не случалось ли вамъ видѣть ихъ?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ.

М. А. Шателенъ. Вотъ на той большой дорогѣ, гдѣ проведенъ туннель.

Г. І. Графтіо. Это—дорога чрезъ г. Балтимору, и тамъ имѣются три электровоза, построенные фирмой Дженнерта, имѣющіе вѣсъ по 60 тоннъ, и тамъ единственная въ Соединенныхъ Штатахъ, не зубчатая передача, а съ полыми осями,—это система Гарреса.

М. А. Шателенъ. Вы говорили, что американская практика высказалась безусловно за троллей противъ смычка?

Г. І. Графтіо. Я смычка нигдѣ тамъ не видѣлъ, а исключительно троллей, и на одной линіи—два троллея на вагонъ.

М. А. Шателенъ. Слѣдовательно, они прямо отказались отъ смычка. А затѣмъ еще одинъ вопросъ: такое значительное паденіе потенціаловъ, какъ отъ 600 вольтъ до 450, не вызываетъ никакихъ неудобствъ для ремонта? Вѣдь двигатели, конечно, разсчитаны на 500 вольтъ.

Г. І. Графтіо. Да.

М. А. Шателенъ. Всегда интенсивность движенія одинаковая по всей линіи, или въ концѣ линіи она меньше?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ, одинаковая.

М. А. Шателенъ. Это не вызываетъ никакихъ неудобствъ?

Г. І. Графтіо. Никакихъ особенныхъ.

М. А. Шателенъ. Обыкновенно, на городскихъ линіяхъ, такое значительное паденіе потенціаловъ вызываетъ большія неудобства.

Наконецъ, еще одинъ вопросъ. Если электромагнитные тормаза такъ хороши, то чѣмъ же вызывается необходимость устройства и примѣненія пневматическихъ тормазовъ? Это тоже вопросъ большого значенія, и напримѣръ, въ Москвѣ этимъ очень интересуются.

Г. І. Графтіо. Въ Америкѣ имѣются, прежде всего, воздушные тормаза, затѣмъ ручные, а теперь стали вводить электромагнитные.

М. А. Шателенъ. Почему? Было даже запрещено пользоваться электромагнитными тормазами безъ особой необходимости,—почему?

Г. І. Графтіо. Я думаю—изъ опасенія за цѣлость двигателя: онъ можетъ перегорѣть.

Ч. К. Скржинскій. Я хотѣлъ бы вернуться еще къ вопросу о третьемъ рельсѣ. Въ Лихтерфельдѣ, двадцать лѣтъ тому назадъ, въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ дѣйствовала дорога съ третьимъ рельсомъ, но потомъ ее убрали и устроили дорогу съ воздушными проводами. Затѣмъ, въ Буда-Пештѣ есть дорога съ подземнымъ каналомъ, и тамъ случаи остановки вагоновъ бываютъ лишь при большихъ наводненіяхъ; случались малыя наводненія, и все-таки токъ проходилъ.

Затѣмъ, относительно электромагнитнаго тормаженія я могу сказать, что насколько мнѣ случалось наблюдать, при этомъ развивается такой сильный токъ въ электродвигателѣ, что вводя реостатъ, мы потеряемъ часть этого тока и времени, а если не введемъ его, то сожжемъ двигатель. Поэтому, прибѣгаютъ къ такому тормаженію только въ самыхъ крайнихъ случаяхъ.

Теперь я хотѣлъ бы спросить докладчика, что представляютъ собою фидера и провода высокаго напряженія? Есть ли это крученый тросъ или же просто толстая проволока? До какой наибольшей толщины американцы ведутъ воздушные провода и на какомъ, приблизительно, разстояніи ставятъ столбы?

Г. І. Графтіо. Что касается фидеровъ, то на линіи Буффало - Тонаванда - Локпортъ - Ніагара фидера эти представляютъ собою тросы и, кромѣ того, имѣютъ легкую изоляцію. Это не голые провода. Они состоятъ изъ ряда мѣдныхъ скрученныхъ пролокъ, и затѣмъ есть еще изоляція. Затѣмъ, пролеты между столбами, поддерживающими фидера, отъ 80 до 100 футъ.

Ч. К. Скржинскій. А какое сѣченіе имѣютъ эти фидера?

Г. І. Графтіо. Сѣченія сейчасъ не могу сказать. У меня, навѣрное, эти данныя есть, но я не интересовался этимъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Я хотѣлъ спросить о высокомъ напряженіи первичной линіи къ подстанціямъ. Вы сказали, что рабочее напряженіе 10.500 вольтъ, но раньше они пытались подымать работу на болѣе высокое напряженіе, и это не выдерживалъ изоляторъ?

Г. І. Графтіо. Да.

Н. Ѳ. Савельевъ. Подымали они на 20.000 вольтъ?

Г. І. Графтіо. Даже на 22.000.

Н. Ѳ. Савельевъ. Это громадная экономія. Но почему не выдерживали изоляторы: потому ли, что они были плохо сфабрикованы, или же потому, что употреблялись изоляторы не надлежащаго типа? Это были сухіе изоляторы?

Г. І. Графтіо. Обязательно сухіе, и при томъ широкія чаши, трехъюпочныя.

Н. Ѳ. Савельевъ. Слѣдовательно, полива не была достаточно хороша для такого напряженія?

Г. І. Графтіо. Я думаю, что просто матеріалъ для изоляторовъ былъ приготовленъ не хорошо. Напримѣръ, тѣ изоляторы, которые изготовляетъ въ Берлинѣ фирма Шомбъ, испытывались на 45.000 и 50.000 вольтъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Въ томъ-то и дѣло. И не было причины понижать напряженіе?

Г. І. Графтіо. На Западѣ существуютъ линіи, гдѣ допускается напряженіе до 30.000 вольтъ, и при этомъ не было никакихъ недоразумѣній съ изоляторами.

Н. Ѳ. Савельевъ. Тотъ типъ постройки воздушныхъ линій, который вы здѣсь показывали, есть типъ, принятый при началѣ сооруженія и оставленный на все время эксплоатаціи, или же это только временная постройка для того, чтобы впослѣдствіи замѣнить ее постройкой болѣе солидной конструкціи?

Г. І. Графтіо. Можетъ быть, въ далекомъ будущемъ это и сдѣлаютъ; но линіи, которыя хотятъ теперь оборудовать электрической тягой, будутъ построены такимъ же образомъ, съ тѣми же деревянными столбами, а не металлическими. Конечно, трудно сказать, какъ будутъ дѣлать дальше. Теперь строили такъ, чтобы было дешевле.

Н. Ѳ. Савельевъ. Затѣмъ вы говорили о вліяніи климатическихъ условій на воздушные провода. У нихъ не принято никакихъ мѣръ для компенсаціи линейнаго расширенія линіи при измѣреніи температуры?

Г. І. Графтіо. Никакихъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Слѣдовательно, и разрыва нѣтъ. Климатъ ихъ похожъ на нашъ, колебанія у нихъ довольно большія...

Г. І. Графтіо. Да, и компенсаціи нѣтъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Затѣмъ я хотѣлъ спросить относительно охраненія линій отъ атмосферныхъ разрядовъ, т. е. относительно громоотводовъ.

Г. І. Графтіо. Громоотводы устроены у нихъ двухъ типовъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Слѣдовательно, есть громоотводы линій, станцій и вагоновъ?

Г. І. Графтіо. Да. Обыкновенно у нихъ примѣняется одинъ типъ для всѣхъ трехъ случаевъ, именно громоотводы Вуртса, которые изготовляетъ Вестингаузъ, со смѣнными цилиндрами; причемъ одни изъ нихъ дѣйствуютъ, имѣя особенный составъ, такъ что образуются газы, которые способствуютъ тушенію; а другіе дѣйствуютъ прямо своей массой. Громоотводы перваго типа примѣняются на центральныхъ станціяхъ при машинахъ перемѣннаго тока, затѣмъ на столбахъ для контактныхъ линій фидеровъ; этотъ же типъ примѣняется на вагонахъ, но, конечно, размѣры различные. А для постояннаго тока на станціяхъ примѣняются Томпсоновскіе громоотводы съ задуваніемъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Обслуживаніе вагона-двигателя для пассажирскаго движенія производится однимъ вагоновожатымъ, или еще есть прислуга?

Г. І. Графтіо. У нихъ, вообще, одинъ вагоновожатый на перронѣ и, кромѣ того, есть кондукторъ, который отбираетъ билеты; слѣдовательно, два человѣка на каждый поѣздъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. А на большихъ электровозахъ нѣсколько человѣкъ?

Г. І. Графтіо. Всего два человѣка, изъ которыхъ одинъ управляетъ, а другой находится для помощи ему, на всякій случай.

Л. Р. Шведе. Вы говорили, что на дорогахъ съ третьимъ рельсомъ участки выключаются отдѣльно автоматически. При помощи какихъ приборовъ это дѣлается: механическимъ путемъ, или есть спеціальные электрическіе приборы?

Г. І. Графтіо. Электромагнитные приборы, но они не примѣняются на тѣхъ линіяхъ, о которыхъ я говорилъ сегодня.

Л. Р. Шведе. Затѣмъ, относительно воздушной проводки васъ тутъ спрашивали, высоко ли напряженіе тѣхъ фидеровъ, которые изолированы. Я такъ понялъ, что это фидера постояннаго тока.

Г. І. Графтіо. Да.

Л. Р. Шведе. А фидера высокаго напряженія, вѣроятно, голые?

Г. І. Графтіо. Они изолированы.

Л. Р. Шведе. Тѣ, которые на высокихъ столбахъ, тоже изолированы?

Г. І. Графтіо. Да. Но вообще эта изоляція представляется странной. Въ Швейцаріи я видѣлъ фидера съ напряженіемъ въ 750 вольтъ голые, а въ Америкѣ фидера съ напряженіемъ въ 500 вольтъ — изолированные. Конечно, изоляція хотя далеко не совершенная, но все-таки есть.

Л. Р. Шведе. Когда эти фидера или провода высокаго напряженія подходятъ къ населенному мѣсту, или проводятся въ городахъ надъ крышами зданій, то примѣняются ли какія-нибудь приспособленія для защиты, для поддержанія, для подвѣски?

Г. І. Графтіо. Что касается линій высокаго напряженія у водопада, то между городами онѣ не имѣютъ никакихъ приспособленій для защиты; но при подходѣ къ городамъ, напр. къ Буффало, линія идетъ подземнымъ путемъ, а не воздушнымъ. Что же касается проводовъ низкаго напряженія, въ 500 вольтъ, то вообще въ городахъ Америки особыхъ приспособленій въ этомъ отношеніи не имѣется и никакихъ предосторожностей не принимается.

Л. Р. Шведе. Что считается границей города: мѣсто, гдѣ уже всякія зданія прекращаются?

Г. І. Графтіо. Да, гдѣ все кончается, т. е. на полѣ или въ лѣсу.

А. Г. Коганъ. Я хотѣлъ коснуться еще одного вопроса, о которомъ докладчикъ не говорилъ, именно объ обратномъ проводѣ на желѣзныхъ дорогахъ общаго пользованія. Есть ли какія-нибудь нормы, которыя въ Америкѣ соблюдаются въ отношеніи къ паденію напряженія въ рельсахъ?

Г. І. Графтіо. Мнѣ кажется, нормъ нѣтъ. Вообще стараются дѣлать это паденіе возможно меньше. Напримѣръ, на линіи, такой, повидимому, интересной и совершенной, какъ линія Буффало-Ніагара, нѣтъ никакихъ нормъ спеціальныхъ, и тамъ обратный токъ идетъ исключительно только чрезъ рельсы. Правда, дѣлаютъ все возможно лучше, но этимъ и ограничиваются.

А. Г. Коганъ. Такъ что вы не знаете числовыхъ данныхъ о паденіи напряженія на километръ въ обратномъ направленіи?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ.

А. Г. Коганъ. Затѣмъ, на этотъ вопросъ объ обратныхъ проводахъ какъ тамъ смотрятъ? Вначалѣ была агитація противъ системы съ троллеемъ, вслѣдствіе вліянія обратныхъ проводовъ на металлическія трубы, и

т. п. Но это было вначалѣ, когда на обратные провода не обращали вниманія, когда было плохое соединеніе между стыками, самые рельсы были слабы, и не было спеціальныхъ обратныхъ проводовъ. Но какъ теперь поставленъ тамъ этотъ вопросъ?

Г. І. Графтіо. Въ городахъ придаютъ этому очень большое значеніе, но, вѣроятно, неудобства существуютъ. Какъ бы хорошо ни было соединеніе въ стыкахъ, все-таки всегда будетъ утечка.

А. Г. Коганъ. Дѣло въ томъ, что этимъ электролизомъ почвы всегда пугали, такъ что онъ совершенно приговорилъ къ уничтоженію всѣ воздушныя системы. Между тѣмъ изъ вашихъ словъ видно, что воздушная система не только не уничтожается и не уменьшается, но напротивъ, развивается.

Г. І. Графтіо. Да. Построено всего около 3.000 километровъ.

А. Г. Коганъ. Слѣдовательно, это показываетъ, что вліяніе обратнаго тока на подземныя чугунныя трубы и т. д. не есть такой фактъ, котораго нельзя устранить. Все сводится только къ раціональному расчету обратныхъ проводовъ.

Г. І. Графтіо. И къ лучшему устройству стыковъ.

А. Г. Коганъ. Кромѣ тѣхъ спеціальныхъ фидеровъ въ сѣтяхъ, которые имѣютъ круговой характеръ или большой сѣти въ центральномъ мѣстѣ, весь вопросъ сводится къ подсчету обратнаго паденія напряженія въ рельсахъ и къ укладкѣ спеціальныхъ фидеровъ, направляющихся къ станціи. Не такъ-ли?

Г. І. Графтіо. Да.

А. Г. Коганъ. Теперь это не разсматривается какъ препятствіе?

Г. І. Графтіо. Нѣтъ. Я говорилъ объ этомъ съ инженерами въ нѣсколькихъ американскихъ городахъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Какъ тамъ практикуется теперь электрическая сварка нижняго строенія?

Г. І. Графтіо. Одно время сваркою пользовались, но, насколько мнѣ извѣстно, сваривать больше, чѣмъ 3—4 звена, было неудобно, потому что въ холодное время рельсы лопались. Вмѣсто этого, стыкъ обкладывается извѣстной формой и заливается чугуномъ.

Н. Ѳ. Савельевъ. Такъ что это практикуется?

Г. І. Графтіо. Да, довольно часто.

Н. Ѳ. Савельевъ. Вѣроятно, только въ городахъ?

Г. І. Графтіо. Въ городахъ, гдѣ рельсы другого типа, чѣмъ виньолевскіе, и гдѣ рельсы сжаты съ обѣихъ сторонъ мостовою; въ случаяхъ же, если рельсы открыты, это совершенно немыслимо.

Н. В. Поповъ. Въ началѣ преній я возбудилъ вопросъ о вращающемся трансформаторѣ. Разсмотрѣвъ фотографіи и чертежи, я убѣдился, что эта конструкція, дѣйствительно, для насъ нѣсколько новая и интересная. Мнѣ кажется, что это просто-на-просто многополюсная машина постояннаго тока въ 8 электромагнитовъ и въ 8 щетокъ. Если вы изъ якоря такой машины выведете три симметричные конца, соедините ихъ съ кольцами, и къ этимъ кольцамъ примкнете трехфазный токъ, идущій отъ трансформатора или линіи, то получите слѣдующее. Трехфазный токъ съ конца входитъ въ обыкновенный якорь, который будетъ вращаться, *но непремѣнно синхронически*. Слѣдовательно, тутъ Cosφ, какъ вы справедливо сказали, увеличивается; и дѣйствительно, этотъ двигатель стремится фазы силы тока сдвинуть напередъ. Затѣмъ позволю себѣ сдѣлать маленькое замѣчаніе. Я здѣсь вижу наполовину срѣзанную маленькую машину, и относительно ея дѣлаю такое предположеніе. Эта машина мнѣ кажется маленькой машиной постояннаго тока, вѣроятно, соединенной съ маленькимъ двигателемъ, но уже асинхроннымъ, и служащей для приведенія въ движеніе этихъ вращающихся трансформаторовъ, когда станція начинаетъ работать, потому что такой синхроничный трансформаторъ съ мѣста не пойдетъ до тѣхъ поръ, пока не будетъ разомкнутъ, приведенъ въ соприкосновеніе съ трехфазнымъ токомъ и включенъ въ линію. Если эта вѣрно, то такъ ли я трактую этотъ маленькій механизмъ? Вы не помните, есть ли на этой трансформаторной станціи такая маленькая машина постояннаго тока, соединенная съ асинхроннымъ двигателемъ?

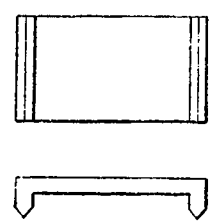
Г. І. Графтіо. Эта фотографія снята на станціи Филадельфія, но я на ней не былъ.

Н. В. Поповъ. Во всякомъ случаѣ, вопросъ о томъ, какъ начинаютъ движеніе эти вращающіеся трансформаторы, остается открытымъ. Можно приводить ихъ въ движеніе при помощи аккумуляторовъ, а можно и при помощи маленькой машины постояннаго тока, соединенной съ асинхроннымъ двигателемъ, который бы бралъ съ мѣста.

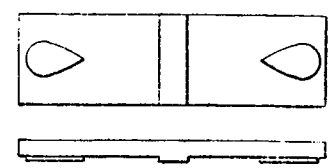
По предложенію предсѣдательствующаго, Собраніе выразило докладчику благодарность за его обстоятельный и чрезвычайно разработанный докладъ объ американскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Электрическая спайка рельсовъ въ Буффало.

„The Lorain Steel Company“ имѣетъ въ настоящее время одну изъ своихъ машинъ для электрическаго паянія рельсовъ въ Буффало, гдѣ уже произведена спайка рельсовъ на протяженіи 50 миль пути, принадлежащаго „International Traction Company“. Эта паяльная машина состоитъ изъ пяти вагоновъ: собственно паяльнаго, вращающагося трансформатора, третьяго, заключающаго въ себѣ повыситель напряженія и электродвигатель, вагона, снабженнаго наждачными колесами и двигателемъ, сглаживающимъ мѣста соединеній, и наконецъ, балластнаго, приготовляющаго мѣста для спайки. Эти вагоны движутся по желѣзнодорожному полотну, заимствуя движущую силу отъ главной воздушной линіи. Токъ для производства всего процесса берется также отъ этой воздушной линіи; различныя соединенія показаны далѣе на прилагаемой схемѣ (фиг. 26). Вторичная обмотка трансформатора - паяльника состоитъ изъ одного оборота мѣдной проволоки, контакты которой обхватываютъ спаиваемое мѣсто. Реостатъ, показанный на томъ же чертежѣ, въ состояніи повысить напряженіе тока машины до желаемой степени, дабы пополнить случайныя потери, могущія произойти въ напряженіи воздушной линіи.



Фиг. 24.

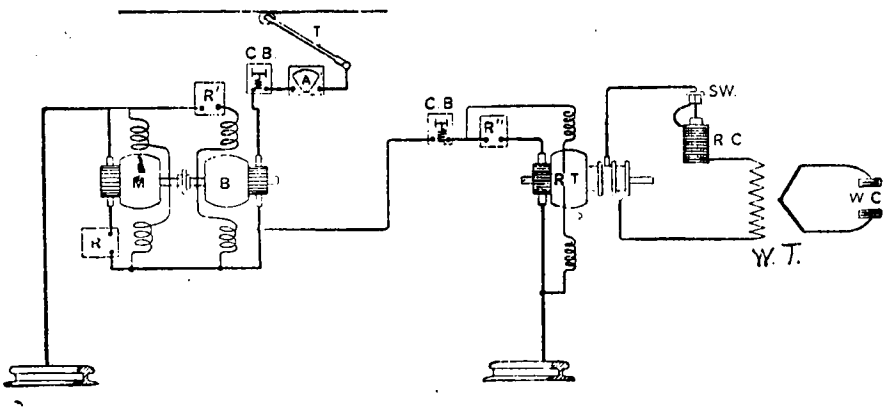


Фиг. 25.

Около пяти лѣтъ тому назадъ „The West Street Railroad Company“ въ Бостонѣ произвела различные опыты надъ спайкой рельсовъ уличныхъ желѣзныхъ дорогъ, примѣняя къ этому самые разнообразные методы; по одному изъ нихъ концы соединяемыхъ рельсовъ спаивались въ притыкъ, а по другому—пластинки, показанныя на фиг. 24, спаивались съ двумя противоположными боками рельсовъ. Особый контактъ между пластинками и рельсами помѣщался вдоль острыхъ выдающихся выступовъ каждой пластинки и былъ сдѣланнымъ весьма нечувствительнымъ къ высокой температурѣ. По мѣрѣ того, какъ размягчался металлъ пластинокъ, онѣ постепенно придавливались къ соотвѣтствующимъ бокамъ рельсовъ, уничтожая этимъ самымъ вышеупомянутые вы-

ступы, пока весь контактъ не распространялся на значительную поверхность; послѣ этого давленіе, прижимающее пластинки, прекращалось, и спаянному мѣсту давали свободно остывать.

„The Lorain Steel Company“ пользуется другой формой пластинокъ для спаиванья ихъ съ рельсами (фиг. 25). Контактъ между рельсомъ и пластинкой представляетъ изъ себя небольшія, продолговатой формы, возвышенія, помѣщенныя вблизи каждаго конца пластины и одно въ серединѣ, во всю ширину пластины, приходящееся какъ разъ противъ стыковъ спаиваемыхъ рельсовъ. Боковыя возвышенія около одной восьмой дюйма и площадью $3^3/_4$ кв. дюйма; площадь же средняго немногимъ больше.

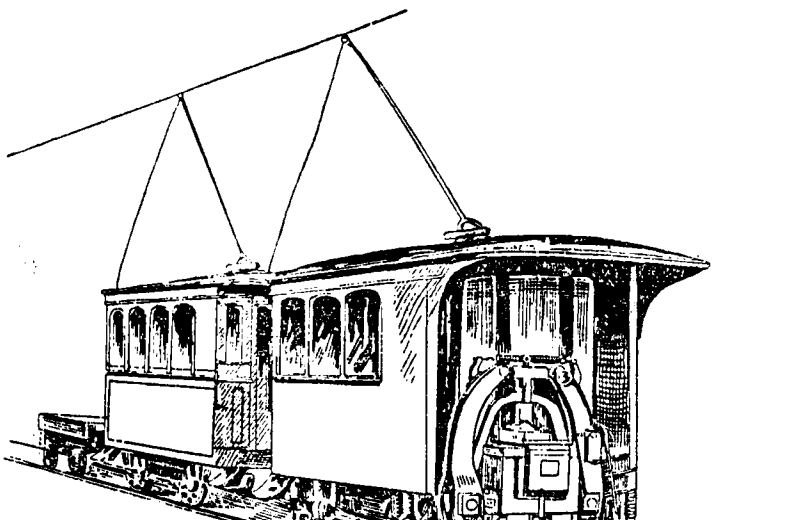


Фиг. 26. Схема соединеній рельсоваго паяльника.

B—повыситель напряженія.	RT—вращающійся трансформаторъ.
CB—выключатель.	SW—выключатель.
M—двигатель.	T—воздушный проводъ.
R, R' R''—реостаты.	WC—зажимъ паяльника.
RC—реактивная катушка.	WT—трансформаторъ для паяльника.

Большое различіе между этими двумя методами—перваго, не имѣвшаго успѣха, и второго, пользующагося большимъ успѣхомъ, заключается въ площади первоначальнаго контакта между спаиваемыми пластинами и боками рельсовъ. По старому методу, этотъ контактъ, находящійся лишь по краямъ возвышеній, былъ очень малъ, а слѣдовательно, и металлъ у контакта былъ нагрѣваемъ до очень высокой температуры и обыкновенно сгоралъ, между тѣмъ какъ въ послѣднемъ методѣ температура не была такъ высока и горѣніе стали не происходило.

Каждому кузнецу хорошо извѣстенъ тотъ фактъ, что если взять два куска стали, нагрѣть ихъ до температуры паянія, и, сложивши ихъ вмѣстѣ, подвергнуть давленію и вслѣдъ за этимъ тотчасъ же дать имъ остынуть, то спайка будетъ отличаться хрупкостью; если же по мѣрѣ охлажденія металла, подвергать его ударамъ молота,—сталь будетъ мелкозернистаго строенія, будетъ вязка какъ въ мѣстѣ спая, такъ и во всѣхъ прочихъ частяхъ; поэтому „The Lorain Steel Company“ поддерживаетъ очень высокое давленіе на поверхности спая, подвергая его дѣйствію гидравлическаго домкрата во все время процесса охлажденія; это давленіе доходило до 35 тоннъ. Маленькія возвышенія, находящіяся на поверхности пластинокъ сравнивались и площадь спая была обыкновенно нѣсколько болѣе площади вышеупомянутыхъ возвышеній.



Фиг. 27.

Улучшеніе стараго метода состоитъ въ паяніи при температурѣ не достаточно высокой, чтобы произвести горѣніе стали, и въ подверганіи ея во время охлажденія большому давленію, которое предупреждаетъ образованіе грубой кристаллической поверхности въ мѣстѣ спая.

На немощеныхъ улицахъ, гдѣ прокладывается новый рельсовый путь, паяніе можетъ быть произведено какъ до, такъ и послѣ мощенія, оставляя открытыя площади величиною 2×2 фута у стыковъ рельсъ для того, чтобы электрическій паяльникъ могъ быть свободно помѣщаемъ въ этихъ точкахъ.

Когда спаиваніе производится на старомъ пути, уже проложенномъ, площади подобныхъ размѣровъ могутъ быть всегда сдѣланы въ мостовой, а по производствѣ работъ, такимъ же образомъ опять закрыты.

Паяніе производилось посредствомъ пластинъ 1×3 дюйма и длиною 18 дюймовъ, причемъ были сдѣланы въ каждомъ соединеніи три спайки. Послѣ того какъ пластины были помѣщены на своихъ мѣстахъ, весь поѣздъ двинулся впередъ, прижавъ зажимами паяльника пластинки металла къ каждой сторонѣ рельса; послѣ того, какъ давленіе на зажимы дошло до 1.400 фунтовъ, былъ пущенъ токъ. Средняя спайка была готова первой; и такъ какъ каждая спайка производилась благодаря выступамъ, сдѣланнымъ на пластинахъ, которые сосредоточивали въ себѣ, главнымъ образомъ, теплоту плавленія, то головка рельса только незначительно нагрѣвалась, благодаря чему не происходило ни накаливанья, ни размягченія рельса.

Было найдено, что процессъ паянія, примѣненный „The Lorain Steel Company", имѣетъ гораздо болѣе преимуществъ надъ паяніемъ посредствомъ пластинокъ совершенно ровныхъ, такъ какъ въ первомъ случаѣ, относительно холодныя частицы стали около возвышенія пластинки обыкновенно прилегаютъ лучше къ пластическому металлу,—а это, при высокихъ давленіяхъ, какія прилагаются къ зажимамъ, во время достиженія температуры паянія, предупреждаетъ, какъ было уже говорено ранѣе, такія нежелательныя явленія, какъ явленія грубой кристаллизаціи.

То обстоятельство, что спаянное мѣсто охлаждалось подъ сильнымъ давленіемъ гидравлическаго домкрата, сильно укрѣпляло мѣсто соединенія.

Послѣ того какъ была сдѣлана спайка средняго мѣста, было подобнымъ же образомъ поступлено и съ концами пластины. Весь процессъ паянія занимаетъ около 15 минутъ. Соединеніе между вагономъ-паятелемъ и вагономъ - трансформаторомъ такъ устроено, что первый можетъ во время производства работъ подвинуться впередъ на нѣсколько дюймовъ, не нарушая положенія другихъ вагоновъ—фактъ весьма значительной важности.

Первичная обмотка трансформатора работаетъ при 300 вольтъ, между тѣмъ какъ у зажимовъ паяльника это напряженіе отъ 5 до 7 вольтъ.

Сила тока, употребляемаго при паяніи, доходитъ до 25.000 амперъ.

Окончаніе паянія узнается изъ наблюденій главнымъ образомъ по цвѣту горячаго металла.

(Electrical World and Engineer, томъ 34, № 7).

Освѣщеніе поѣздовъ электричествомъ.

Въ настоящее время существуетъ нѣсколько системъ освѣщенія поѣздовъ электричествомъ; наиболѣе распространеннымъ является пользованіе аккумуляторными батареями, которыя послѣ разряженія или замѣняются новыми — заряженными, или же перезаряжаются въ опредѣленныхъ пунктахъ. Первая система неудобна какъ вслѣдствіе расходовъ, связанныхъ съ частой перемѣной батарей, такъ и вслѣдствіе затрудненій, вносимыхъ въ службу движенія поѣздовъ; вторая система—требуетъ большихъ остановокъ для заряжанія аккумуляторовъ, что также неудобно. Поэтому съ недавняго времени стали изучать и примѣнять такія системы освѣщенія, которыя не требовали бы предварительнаго запасанія электрической энергіи. Такія системы пользуются динамомашинами, находящимися на валу колесъ и вырабатывающими энергію во время движенія поѣзда; въ помощь этимъ динамомашинамъ имѣются аккумуляторы, которые при малыхъ скоростяхъ и на остановкахъ даютъ энергію, а при большихъ скоростяхъ заряжаются сами. Системы эти отличаются одна отъ другой лишь способомъ поддержанія постояннаго напряженія въ цѣпи, питающей лампочки, независимо отъ измѣненій скорости поѣзда.

Мы опишемъ двѣ изъ наиболѣе употребляемыхъ системъ, чтобы перейти затѣмъ къ новой усовершенствованной системѣ, принятой и испытанной на желѣзной дорогѣ Парижъ—Ліонъ—Средиземное море.

Система Стона *). Система эта получила уже довольно большое распространеніе въ Англіи и была устроена въ нѣсколькихъ вагонъ-ресторанахъ Международнаго Общества спальныхъ вагоновъ.

Каждый вагонъ имѣетъ динамомашину, получающую движеніе отъ оси вагона посредствомъ ремня, батарею аккумуляторовъ и нѣсколько приборовъ, предназначенныхъ для того, чтобы сдѣлать направленіе тока независимымъ отъ направленія хода поѣзда, а также для того, чтобы соединять динамо съ аккумуляторами, лишь когда напряженіе у зажимовъ машины будетъ равно таковому у батареи. Начиная съ этого момента, динамо питаетъ лампочки и заряжаетъ въ то же время аккумуляторы. Сила тока, даваемаго динамо, равная суммѣ силъ, тока, питающаго лампы и тока, заряжающаго аккумуляторы, остается постоянной, какова бы ни была скорость поѣзда вслѣдствіе того, что скорость вращенія арматуры постоянна, такъ какъ при увеличеніи скорости ремень, передающій движеніе, начинаетъ скользить. Это достигается тѣмъ, что ремень натягивается вѣсомъ самой динамо, подвѣшенной однимъ изъ своихъ угловъ къ рамѣ вагона; противовѣсъ служитъ для уравновѣшиванія части вѣса динамомашины такъ, чтобы натяженіе ремня было постоянно.

Система Дика. Эта система работаетъ на небольшой линіи между Вѣной и С.-Польтеномъ.

Динамо помѣщается подъ особымъ вагономъ и приводится въ дѣйствіе зубчатой передачей отъ оси вагона, подобно трамвайнымъ двигателямъ. Въ этомъ вагонѣ помѣщаются всѣ регулирующіе аппараты, обезпечивающіе постоянство напряженія у зажимовъ динамо, какова бы ни была скорость поѣзда. Каждый вагонъ поѣзда имѣетъ аккумуляторную батарею и соединенъ проводами съ вышеупомянутымъ вагономъ. Когда скорость поѣзда достигаетъ извѣстной величины, опредѣленной регулировкой аппаратовъ, динамо, возбуждаемая аккумуляторной батареей, находящейся въ томъ же вагонѣ, включается автоматически посредствомъ особаго переключателя параллельно въ цѣпь всѣхъ вагоновъ и, такимъ образомъ, соединяется со всѣми батареями.

Постоянство напряженія поддерживается особымъ помѣщающимся въ вагонѣ регулирующимъ приборомъ, который включаетъ въ возбудительную цѣпь динамо перемѣнное сопротивленіе.

Днемъ аккумуляторныя батареи заряжаются. Ночью, когда лампы горятъ, токъ, даваемый динамомашиной, меньше потребляемаго лампами; разница между ними пополняется аккумуляторами. Сила тока динамо мѣняется со скоростью поѣзда.

Изъ всего сказаннаго видно, что система Дика можетъ примѣняться только, когда вагоны ходятъ больше днемъ, чѣмъ ночью, такъ какъ въ обратномъ случаѣ можетъ быть потуханіе лампъ вслѣдствіе полнаго разряженія аккумуляторовъ.

Кромѣ описанныхъ системъ существуютъ еще въ Америкѣ подобныя же системы, причемъ при каждомъ поѣздѣ имѣется центральная станція въ миніатюрѣ, что не представляетъ особыхъ удобствъ.

Новая система электрическаго освѣщенія, испытанная на линіяхъ Парижъ—Ліонъ—Средиземное море. Система эта, какъ и система Стона, пользуется аккумуляторной батареей и динамомашиной, работающей отъ оси вагона и дающей, начиная съ извѣстной скорости, постоянной силы токъ, — но существенно отличается отъ этой послѣдней способомъ регулированія силы тока.

Динамо вращается со скоростью, строго пропорціональною скорости оси, отъ которой она получаетъ движеніе, а напряженіе у зажимовъ—пропорціонально скорости. Пока напряженіе у зажимовъ динамо ниже напряженія у зажимовъ батареи, цѣпь, соединяющая эту первую съ послѣдней, разомкнута и возбужденіе индуктора динамо производится исключительно той батареей, которая питаетъ въ это время лампы. Когда же, вслѣдствіе увеличенія скорости поѣзда, оба напряженія уравниваются, автоматическій переключатель соединяетъ батарею параллельно съ динамомашиной, и эта послѣдняя начинаетъ давать часть тока, необходимаго для питанія лампъ и возбужденія индуктора. При дальнѣйшемъ увеличеніи скорости, динамо не только даетъ токъ, необходимый для питанія лампочекъ и возбужденія индуктора, но нѣкоторый еще избытокъ тока, заряжающій аккумуляторы.

Для того, чтобы ограничить силу тока, даваемаго динамомашиной, которая могла бы достичь большой величины, употребляется регулирующій аппаратъ.

*) Сколько намъ извѣстно, система Стона испытывалась на С.-Петербурго-Варшавской ж. д.

Этотъ послѣдній состоитъ изъ маленькаго электродвигателя съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ, питаемаго токомъ динамо и имѣющаго шкивъ, на который давитъ тормазъ съ надлежащей силой. Какъ только сила тока, даваемаго динамо, равная суммѣ силъ токовъ: питающаго лампы, возбужденія и заряжающаго батарею, достигнетъ опредѣленной величины, маленькій двигатель начинаетъ работать, несмотря на противодѣйствіе тормаза, и начиная съ этого предѣла, сила тока остается постоянной, какъ бы ни увеличивалась скорость поѣзда.

Эта сила остается постоянной вслѣдствіе того, что хотя напряженіе у зажимовъ динамо возрастаетъ съ увеличеніемъ скорости, но контръ-эл.-дв. сила у зажимовъ маленькаго двигателя тоже возрастаетъ одновременно вслѣдствіе увеличенія скорости этого двигателя, такъ что напряженіе системы, а слѣдовательно и сила тока остаются постоянными.

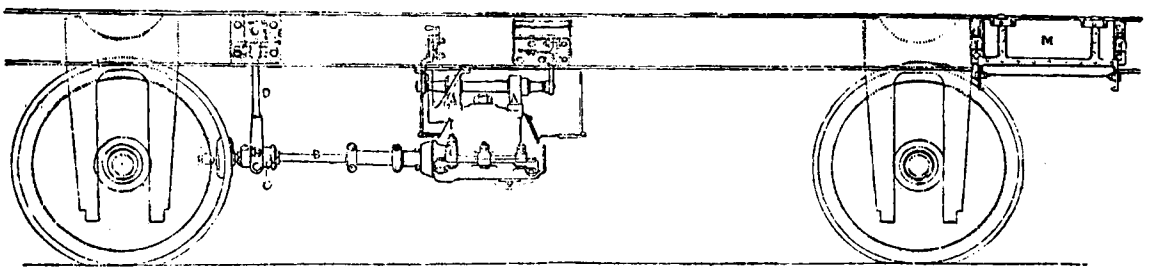
Независимо отъ регулятора и автоматическаго выключателя, система имѣетъ автоматическій коммутаторъ для перемѣны направленія тока, который дѣлаетъ направленіе тока динамо независимымъ отъ направленія движенія поѣзда.

При опытахъ всѣ приборы не имѣли еще окончательнаго вида и предполагается ихъ усовершенствованіе, несмотря на ихъ хорошее дѣйствіе.

Динамо (фиг. 28 и 29) — двухполюсная. Арматура Грамма гладкая. Щетки угольныя. Подшипники снабжены масляными резервуарами и расположены такъ, чтобы масла пропадало какъ можно меньше.

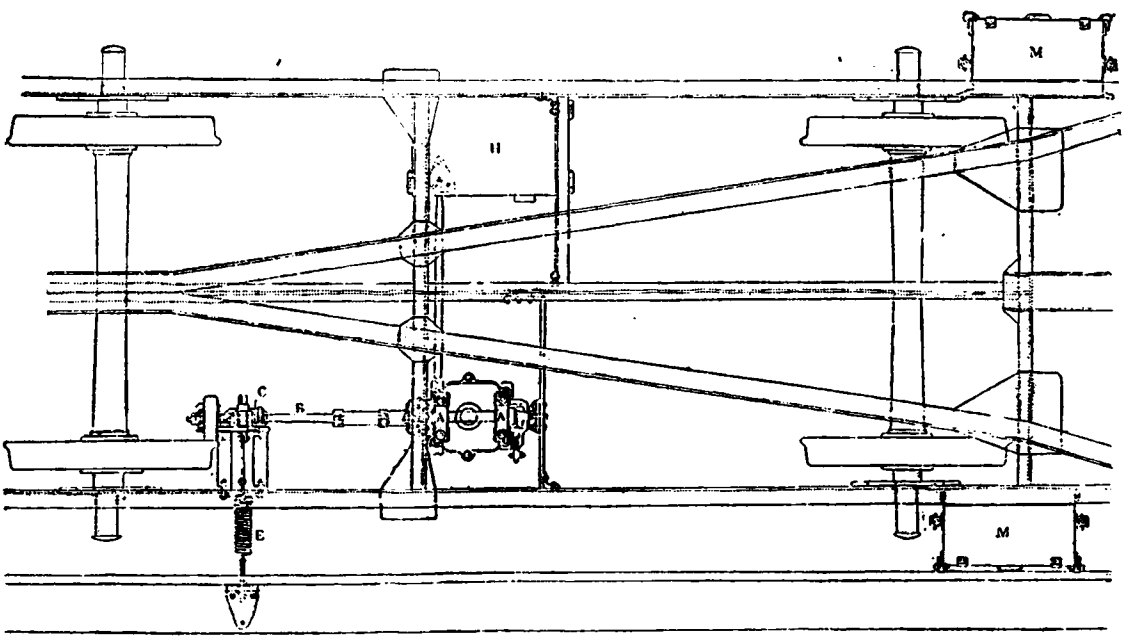
Возбужденіе индуктора производится подъ напряженіемъ 15,5 вольта вагонной батареей.

Арматура разсчитана на нормальный токъ въ 30 амперъ и развиваетъ при 1.350 оборотахъ въ минуту разность потенціаловъ у щетокъ—15,5 вольта.



Фиг. 28.

Какъ показываютъ чертежи (фиг. 28 и 29), динамо подвѣшена къ рамѣ вагона посредствомъ подвѣса AA, который позволяетъ ей немного отклоняться отъ вертикальнаго положенія; динамо поддерживается въ неподвижномъ положеніи стержнемъ.



Фиг. 29.

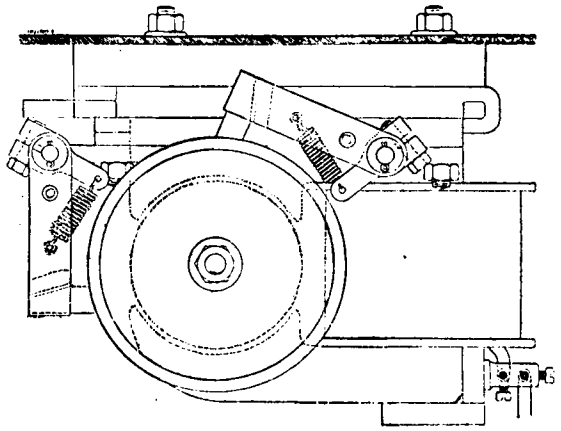
Валъ динамо продолжается стержнемъ B, на концѣ котораго находится покрытое кожей колесо, трущееся по внутренней поверхности одного изъ колесъ средней оси вагона. Стержень B вложенъ въ каучуковую трубку, допускающую перемѣщенія его относительно оси арматуры динамо. Этотъ стержень поддерживается около трущагося колеса подшипникомъ C на шарикахъ, подвѣшеннымъ къ рамѣ вагона посредствомъ колѣнчатаго шатуна D. Проволочная спиральная пружина E, прикрѣпленная съ одной стороны къ подшипнику на шарикахъ, а съ другой—къ подножкѣ вагона, прижимаетъ постоянно трущееся колесо къ внутренней поверхности бандажа съ силой около 30 кгр.

Принятіе особаго способа передачи движенія посредствомъ трущагося колеса объясняется необходимостью оставить вагону возможность проходить на по-

воротныя телѣжки безъ продольнаго углубленія, которыя имѣются на всѣхъ большихъ станціяхъ линіи Парижъ—Ліонъ—Средиземное море. Ременная передача была бы предпочтительной съ механической точки зрѣнія, но невозможность помѣщенія шкива на одной изъ осей вагона безъ измѣненія габарита этихъ телѣжекъ, заставила примѣнить вышеуказанную систему.

Подобнаго неудобства не представляютъ вагоны на телѣжкахъ, такъ какъ эти вагоны слишкомъ длинны, чтобы проходить по поворотнымъ телѣжкамъ и поэтому ничто не мѣшаетъ помѣстить на одной изъ осей шкивъ достаточнаго діаметра.

Регуляторъ (фиг. 30), служащій для ограниченія и



Фиг. 30.

поддержанія постоянной силы тока, даваемаго динамо, состоитъ изъ небольшого двухполюснаго двигателя съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ, съ гладкимъ кольцевымъ якоремъ типа Грамма, ось котораго несетъ бронзовый шкивъ, о который трутся двѣ угольныхъ пластины подъ давленіемъ пружинъ.

Сила этихъ пружинъ регулируется такимъ образомъ, что сопротивляющаяся пара силъ, опредѣляемая треніемъ угольныхъ пластинъ по шкиву, будетъ равна парѣ силъ, развиваемой двигателемъ, когда сила тока, его пронизывающаго, будетъ равна 28 амперамъ.

Для всѣхъ скоростей поѣзда, меньшихъ 50 км. въ часъ, токъ питающій арматуру регулятора равняется нулю или меньше 28 амперъ, и арматура не вращается, такъ какъ движущая пара, развиваемая имъ, меньше сопротивляющейся пары силъ тренія угольныхъ пластинъ по бронзовому шкиву.

Когда скорость поѣзда достигаетъ и превосходитъ 50 км. въ часъ, сила тока, питающаго арматуру регулятора, достигаетъ 28 амперъ и арматура эта начинаетъ вращаться вначалѣ медленно, затѣмъ все быстрѣе съ увеличеніемъ скорости поѣзда.

Начиная съ того момента, какъ арматура регулятора стала вращаться, сила тока, питающаго ее, перестаетъ возрастать; она остается постоянно равной 28 амперамъ, такъ какъ излишекъ напряженія у зажимовъ динамо компенсируется контръ-электродвижущей силой, развивающейся въ арматурѣ регулятора.

Изъ 28 амперъ, 16 идутъ на питаніе лампъ накаливанія, 8—служатъ для зарядки аккумуляторовъ и 4—для возбужденія динамо и двухъ ниже упомянутыхъ приборовъ: автоматическаго выключателя и коммутатора для перемѣны направленія тока.

Когда скорость становится меньше 50 км. въ часъ, зарядный токъ батареи быстро уменьшается до нуля. Если скорость продолжаетъ уменьшаться, батарея замѣняетъ динамо, и когда, наконецъ, токъ динамо равенъ нулю, выключатель автоматически выключаетъ динамо изъ цѣпи, и батарея одна питаетъ лампы.

Регуляторъ помѣщается въ ящикѣ изъ листового желѣза подъ рамой вагона, такъ что въ каждый данный моментъ доступенъ осмотру.

1. *Автоматическій выключатель.* Въ томъ же ящикѣ, гдѣ помѣщается регуляторъ, установлены такій же автоматическіе выключатель и коммутаторъ для перемѣны направленія тока.

Автоматическій выключатель имѣетъ своею цѣлью соединять динамо съ аккумуляторной батареей, какъ только скорость достигнетъ извѣстной величины, при которой напряженіе у зажимовъ динамо будетъ равняться напряженію у зажимовъ батареи. Онъ состоитъ изъ соленоида изъ тонкой проволоки, питаемаго отвѣтвленнымъ токомъ отъ зажимовъ динамо, который втягиваетъ цилиндръ изъ мягкаго желѣза, уравновѣшенный соотвѣтственно урегулированной пружиной.

Какъ только сила, втягивающая цилиндръ въ соленоидъ, превышаетъ силу пружины, цилиндръ посредствомъ особаго рычага соединяетъ динамо съ батареей. При уменьшенной скорости цилиндръ вытягивается пружиной изъ соленоида и разъединяетъ машину отъ батареи.

2. *Автоматическій коммутаторъ для перемѣны направленія тока.* Такъ какъ динамо возбуждается токомъ батареи, то полюса ея магнитной цѣпи остаются неизмѣнными. Слѣдовательно, направленіе тока динамо зависитъ отъ направленія движенія поѣзда и измѣняется съ измѣненіемъ таковаго. Автоматическій коммутаторъ и имѣетъ своей цѣлью измѣнять направленіе тока такимъ образомъ, чтобы въ проводкѣ токъ шелъ всегда въ одномъ направленіи.

Онъ состоитъ изъ небольшого коромысла, на концахъ котораго висятъ два цилиндра изъ мягкаго желѣза, опущенныя соотвѣтственно въ два соленоида съ двойными обмотками. Одна изъ обмотокъ пронизывается неизмѣннымъ по направленію токомъ батареи, другая же токомъ динамо, мѣняющимъ свое направленіе въ зависимости отъ направленія движенія поѣзда.

Въ зависимости отъ совмѣстнаго дѣйствія этихъ токовъ, т. е. въ зависимости отъ того, складываются ли они или вычитаются, коромысло наклоняется вправо или влѣво, и устанавливается соотвѣтствующее соединеніе.

Аккумуляторная батарея состоитъ изъ 8 элементовъ Бёзе, помѣщенныхъ въ 4-хъ ящикахъ изъ листового желѣза, прикрѣпленныхъ къ рамѣ вагона, по два съ каждой стороны (фиг. 28 и 29). Полный вѣсъ элементовъ, включая деревянныя коробки, въ которыхъ заключены эбонитовые ящики съ электродами,—208 кгр.; полезная емкость—около 180 амперъ-часовъ. При дѣйствіи освѣщенія батарея даетъ 20 амперъ и поэтому можетъ одна поддерживать освѣщеніе 8—9 часовъ.

Лампы накаливанія. Вагонъ имѣетъ 4 отдѣленія по 6 мѣстъ, уборную и продольный коридоръ съ дверьми и закрытыми переходными площадками съ каждой стороны, для сообщенія съ другими вагонами. Каждое отдѣленіе освѣщается двумя 9-свѣчными лампами, помѣщающимися на потолкѣ подъ матовымъ колпакомъ. Пять такихъ же лампъ и такъ же размѣщенныхъ служатъ для освѣщенія коридора и уборной. Слѣдовательно, всего имѣется 13 лампъ по 9 свѣчей, потребляющихъ каждая 1,22 ампера при 15 вольтахъ.

Выключатели для зажиганія лампъ и коммутаторъ для ослабленія силы освѣщенія. Въ одномъ изъ концовъ коридора имѣется выключатель, снабженный особымъ ключемъ, дающій возможность включать цѣпь всего вагона. Кромѣ того, въ каждомъ отдѣленіи имѣется коммутаторъ для ослабленія силы свѣта лампъ. Дѣйствіе его слѣдующее: когда ручка его находится вправо, то лампы соотвѣтствующаго отдѣленія соединены параллельно; когда же влѣво, то послѣдовательно и, слѣдовательно, питаются токомъ малой силы, достаточнымъ для того, чтобы довести уголки лампы лишь до краснаго каленія. Для того, чтобы не нарушать дѣйствіе лампъ другихъ отдѣленій и сохранить постоянной полную силу тока, даваемаго динамо, вводится, вмѣстѣ съ поворотомъ ручки коммутатора, въ цѣпь небольшое дополнительное сопротивленіе.

Описанная установка устроена 27 марта 1899 года.

Вагонъ, ею освѣщаемый, сдѣлалъ до 29.000 км., безъ всякаго ремонта. Освѣщеніе вагона очень хорошее и постоянное; только при скорости 45—50 км. въ часъ замѣчается легкое вздрагиваніе въ моментъ включенія или выключенія динамо, но и это будетъ устранено въ послѣдующихъ установкахъ. Слѣдуетъ замѣтить, что описанная система не требуетъ, чтобы всѣ описанные механизмы и аппараты находились въ каждомъ вагонѣ *). Вмѣсто динамо на каждый вагонъ, можно установить въ багажномъ вагонѣ одну на весь поѣздъ, въ каждомъ же вагонѣ будетъ находиться лишь аккумуляторная батарея и регуляторъ съ вышеописаннымъ автоматическимъ переключателемъ.

(L'Electr., № 453; Z. f. E., № 47).

ОБЗОРЪ.

Къ вопросу о безопасности работающихъ на электрическихъ установкахъ.—На седьмомъ годовомъ собраніи Общества германскихъ электротехниковъ въ Ганноверѣ, д-ръ Г. Катъ сообщилъ нѣсколько новыхъ опытовъ, касающихся этого важнаго вопроса.

Вопросъ о томъ, въ какихъ условіяхъ электричество опасно для человѣка, возникъ съ самаго начала устройства электрическихъ установокъ; но точный и опредѣленный отвѣтъ на этотъ вопросъ не существуетъ до сихъ поръ. Были установлены предѣлы напряженія, затѣмъ силы тока и, наконецъ, мощности, которые не должны быть превышаемы.

Предѣлъ напряженія, разсматриваемаго отдѣльно, имѣетъ только относительное значеніе; опредѣленными являются, смотря по обстоятельствамъ, или мощность, или сила тока.

Въ первомъ случаѣ, примѣненіе большихъ мощностей опасно; токъ производитъ разложеніе и даже разрушеніе нервной системы или, по крайней мѣрѣ, центровъ, необходимыхъ для жизни; на этомъ основанъ американскій способъ казни довольно продолжительнымъ дѣйствіемъ тока подъ напряженіемъ 1.500—1.800 вольтъ. Токъ заставляютъ дѣйствовать сразу, при наибольшей силѣ, замыкая время отъ времени цѣпь или, по крайней мѣрѣ, понижая напряженіе. Токъ посылается въ голову для того, чтобы сильнѣе дѣйствовать на нервные центры: въ началѣ сила его равняется 8-ми амперамъ. Послѣ перваго дѣйствія тока, которое длится всего нѣсколько минутъ, осужденный теряетъ сознаніе, и смерть наступаетъ подъ дѣйствіемъ напряженія, такъ какъ для быстрой настоящей смерти необходимо довольно продолжительное дѣйствіе весьма сильныхъ токовъ; слѣдствіемъ этого являются весьма сильныя сокращенія мускуловъ, хотя и чисто механическія.

Опасность смерти является только, когда въ дѣло пускаютъ большія мощности, для пропуска которыхъ сквозь тѣло кожа должна быть весьма хорошо проводящей. Токъ, даже при 1.000—1.200 вольтахъ, можетъ пройти только съ помощью весьма большихъ электродовъ, приложенныхъ къ сильно влажной кожѣ. При обыкновенныхъ условіяхъ этого случая съ смертельнымъ исходомъ не можетъ быть вслѣдствіе того, что кожа никогда не находится въ указанныхъ условіяхъ.

Существуетъ второй случай опаснаго дѣйствія, совершенно отличающійся отъ перваго. Токъ, даже слабый, примѣненный мгновенно, дѣйствуетъ на нервы или часть нерва такимъ образомъ, что пораженный органъ перестаетъ функціонировать. Чаще всего электрическій ударъ получается кистью руки или рукой, причемъ цѣпь замыкается другой рукой или ногами и землей: въ такомъ случаѣ наибольшая плотность тока образуется въ области плечей, и первъ, управляющій дыханіемъ (пневмогастрическій) находится продолжительное время на пути слѣдованія тока, такъ что въ большинствѣ случаевъ дѣйствіе тока выражается прекращеніемъ дыханія, какъ у утопленниковъ. Иногда поражается сердце и останавливается вслѣдствіе такъ называемаго удара.

Временныя, короткія дѣйствія 2.000 вольтъ не представляютъ иногда опасности, но иногда причиняютъ смерть; все зависитъ отъ индивидуальныхъ особенностей лица, пораженнаго токомъ.

Авторъ приводитъ нѣсколько случаевъ чувствительности, замѣченной у рабочихъ-алкоголиковъ: извѣстно, что употребленіе алкоголя возбуждаетъ нервы.

Весьма правдоподобно, что образъ жизни имѣетъ вліяніе на чувствительность. Извѣстно, что удары, получаемые телефонистками отъ аппаратовъ, служащихъ для вызова, только у нѣкоторыхъ изъ нихъ вызываютъ нервныя явленія или параличъ.

Профессоръ Веберъ доказалъ однимъ рядомъ опытовъ, что 0,02—0,03 ампера перемѣннаго тока—нестерпимы. Второй рядъ опытовъ далъ почти вдвое меньшія величины, можетъ быть потому, что повтореніе дѣйствія тока сдѣлало объектъ опытовъ болѣе чувствительнымъ. Подобныя же числа были даны Норманомъ и Лауренсомъ въ 1890 г., но Свинбурнъ указалъ большія величины, онъ сообщаетъ даже случай 0,1 ампера.

Слѣдуетъ признать что токи въ 0,1 амп. *безусловно* опасны и что если хотятъ обезпечить полную безопасность, то слѣдуетъ считать еще переносимой силой тока—0,3 ампера. Важно знать сопротивленіе человѣческаго тѣла, такъ какъ оно включается въ цѣпь и одно можетъ защитить отъ печальныхъ послѣдствій. Мало вѣроятности, чтобы рабочій тронулъ заразъ два провода различнаго потенціала, если онъ знаетъ, что дѣлать это опасно; для публики прикасаніе къ проводамъ высокаго и даже низкаго напряженія надо разсматривать, какъ преступленіе.

По опытамъ, произведеннымъ фирмой Сименсъ и Гальске, сопротивленіе человѣческаго тѣла чрезъ руки и грудь равняется около 500 омовъ. Сопротивленіе кожи около 50.000 омъ на кв. см. поверхности соприкосновенія, такъ что для всей руки, поверхность которой равняется приблизительно 100 см.^{2}, сопротивленіе равняется 500 омъ.

Рабочій, взявшій рукой проводникъ и трогающій другой—кончиками пальцевъ другой руки (поверхность около 1 см.^{2}), вводитъ въ цѣпь 50.000 омъ; опасность начинается для него у 1.500 вольтъ; но опасность эта будетъ болѣе значительной, если рабочій коснется провода не пальцами, а, напримѣръ, держитъ проводъ въ кулакѣ.

Болѣе возможнымъ является тотъ случай, когда рабочій, лежащій на землѣ, тронетъ проводникъ. Если другой проводникъ имѣетъ неисправность, образуется короткое замыканіе, замыкаемое землей чрезъ тѣло человѣка.

Что же можетъ защитить человѣка отъ случаевъ такого рода? Исключительно сопротивленіе руки, тѣла, ногъ и земли по пути слѣдованія тока. Авторъ опытнымъ путемъ нашелъ величины этихъ сопротивленій.

Примѣромъ нормальной земли была взята почва мастерскихъ Сименсъ и Гальске, въ Шарлотенбургѣ, а примѣромъ влажной — почва помѣщенія, гдѣ производится очистка сахара. Измѣренія производились по способу Кольрауша, т. е. при помощи мостика перемѣннаго тока и телефона. Предметами опытовъ были рабочіе на мѣстѣ ихъ работы безъ всякихъ приготовленій, т. е. съ грязными руками, въ обычныхъ одеждахъ и сапогахъ. Сначала было измѣрено для всѣхъ сопротивленіе между руками (причемъ руки держали металлическія рукоятки) и металлической пластиной, на которой стояли ноги; затѣмъ сопротивленіе между руками и землей, т. е. металлической частью, имѣвшей хорошее соединеніе съ землей; при второмъ измѣреніи ноги были непосредственно на землѣ. Эти числа позволили опредѣлить сопротивленіе сапогъ при соприкосно-

*) Въ описанномъ случаѣ нахожденіе всѣхъ аппаратовъ въ пассажирскомъ вагонѣ объясняется тѣмъ, что устройство освѣщенія по описанной системѣ было лишь пробнымъ, для испытанія пригодности системы.

вeніи съ землей. На нормальной землѣ это сопротивленіе равнялось 100.000 омъ. Въ кабельной мастерской, въ томъ мѣстѣ, гдѣ почва была загрязнена, сопротивленіе отъ руки до земли достигло два раза только 15.000 омъ; въ большинствѣ случаевъ оно превышало 150.000 омъ; въ сухихъ частяхъ главной мастерской были замѣчены еще большія величины.

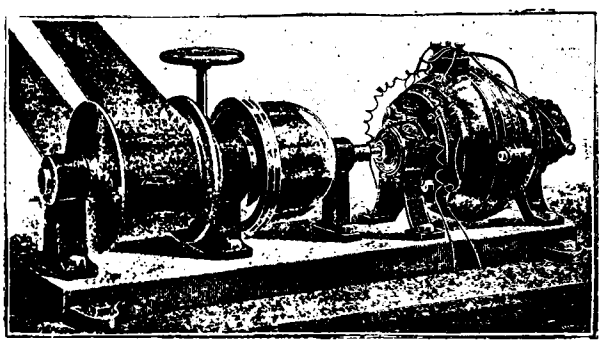
Совершенно другіе результаты получились въ помѣщеніи для очистки сахара, гдѣ растворъ стронціана проникалъ всю почву; сопротивленіе между руками и ногами понизилось до 900 или 2.000 омъ; когда рабочій сошелъ съ металлической пластины на голую землю, сопротивленіе не поднималось почти выше 200 омъ. При этихъ условіяхъ даже 100 вольтъ представляли бы опасность.

Въ помѣщеніи турбинъ сопротивленія повысились до 3.000—50.000 омъ, при среднемъ—14.000 омъ. Въ помѣщеніи газовыхъ печей эти величины превышали 150.000 омъ.

Эти данныя доказываютъ, что, прежде всего, надо обращать вниманіе на одежду рабочаго и на состояніе почвы.

(L'Écl. Él., № 41, 1899).

Зубчатая передача для уменьшенія числа оборотовъ, системы Гемпажа. — На послѣдней Парижской выставкѣ самодвижущихся экипажей экспонировалась между прочимъ зубчатая передача для уменьшенія числа оборотовъ экипажныхъ двигателей. Фиг. 31 даетъ общій видъ примѣненія этой

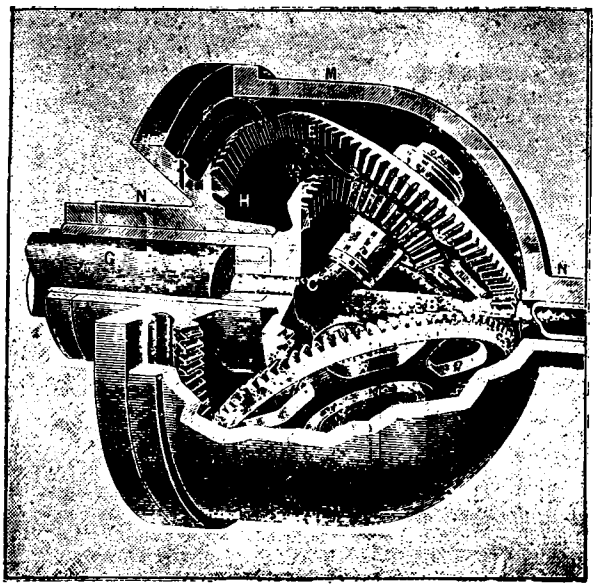


Фиг. 31.

передачи къ обыкновеннымъ двигателямъ; фиг. 32 даетъ общее расположеніе частей этого приспособленія, а фиг. 33 поперечный разрѣзъ, показывающій, что вся система заключена въ ящикъ, наполненный масломъ. На фиг. 32 и 33, B представляетъ коническое зубчатое колесо, закрѣпленное на валу большой скорости; H—вторая зубчатка, прикрѣпленная къ муфтѣ N, помѣщенной подвижно на другой муфтѣ, заклиненной на валу G; муфта N поддерживаетъ коробку M. При нажатіи тормаза на лѣвую муфту N зубчатка H въ силу тренія между муфтами не можетъ вращаться независимо отъ вала G, ослабляя тормазъ, разобщающій H отъ G. Если оси должны находиться постоянно въ сообщеніи, то зубчатка H прикрѣпляется неподвижно на оси.

Третье коническое зубчатое колесо G закрѣплено на валу малой скорости. Соединеніе между этими тремя зубчатками образуется съ помощью двухъ боковыхъ шестеренокъ съ двойнымъ рядомъ зубцовъ, прикрѣпленныхъ къ муфтѣ, вращающейся вокругъ общей оси обоихъ валовъ. Разрѣзъ на фиг. 33 позволяетъ видѣть одну изъ этихъ шестеренокъ. Большая зубчатка каждой такой составной шестеренки зацѣпляетъ зубчатку B вала большей скорости и неподвижную шестеренку E; меньшая зубчатка зацѣпляетъ зубчатое колесо G, находящееся на валу меньшей скорости.

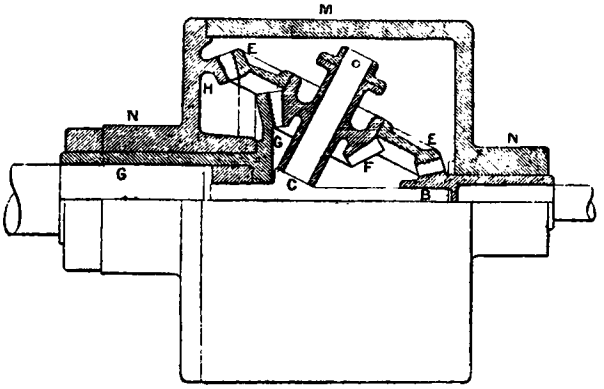
Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что если сообщить валу B извѣстную угловую скорость, зажавъ тормазъ у лѣвой муфты N, онъ поведетъ за собой муфту C, посредствомъ боковыхъ шестеренокъ E и F съ меньшей скоростью, а слѣдовательно и валъ G получитъ меньшее число оборотовъ, которое мы и вычислимъ въ зависимости отъ числа зубцовъ каждаго изъ колесъ.



Фиг. 32.

Обозначимъ соотвѣтственно чрезъ B, E, F, G, H число зубцовъ, находящихся на зубчаткахъ, обозначенныхъ тѣми же буквами, и чрезъ N—коэффиціентъ передачи. Этотъ коэффиціентъ дается уравненіемъ.

$$N = \frac{E.G(H + B)}{B(E.G - F.H)}.$$



Фиг. 33.

Въ зависимости отъ числа зубцовъ можно получить разнообразныя отношенія скоростей. Такъ, напримѣръ, не мѣняя размѣровъ зубчатокъ, можно получить три отношенія для общей суммы зубцовъ=148.

B	E	F	G	H	N
13	41	14	35	45	7,95
12	40	16	34	46	10,55
10	38	20	32	48	27,55

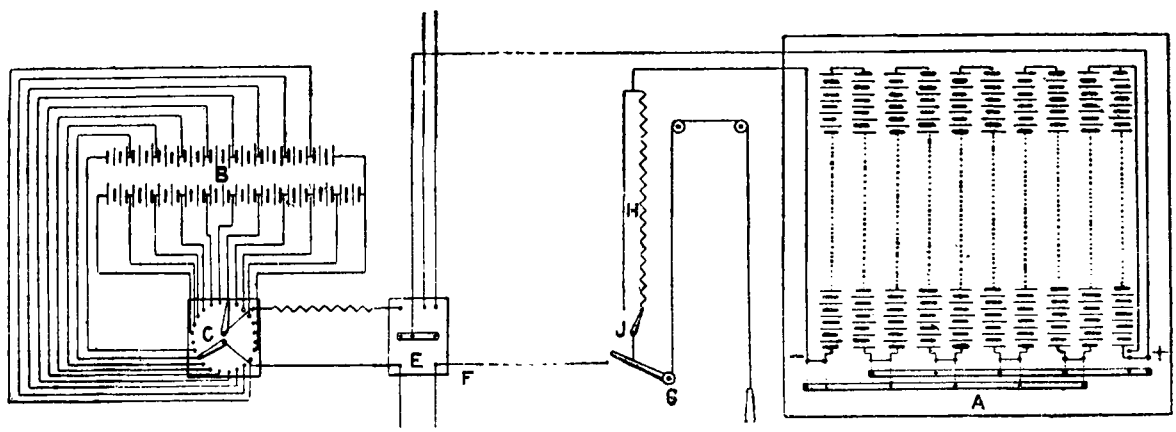
По опытамъ въ Англіи падъ передачей въ 3 киловатта, уменьшающей угловую скорость съ 800 на 100 оборотовъ въ минуту, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія

колебался между 82,4 и 97% при средней величинѣ 90%.

Преимуществами этой системы являются ея простота, эластичность, небольшое пространство, ею занимаемое, употребленіе коробки съ масломъ, въ которой работаетъ система, защищенная этимъ отъ ударовъ и пыли. Вслѣдствіе примѣненія двухъ боковыхъ зубчатокъ, моментъ вращенія замѣняется парой силъ, что дѣлаетъ дѣйствіе системы симметричнымъ и уничтожаетъ давленіе на подшипники. (L'Ind. El., № 180).

Аккумуляторная батарея въ 10.000 вольтъ, принадлежащая берлинскому „Reichsanstalt". — Для электрическихъ изслѣдованій весьма важно располагать токомъ постоянной силы. Наиболѣе подходящими для этой цѣли являются свинцовые аккумуляторы. Несмотря на это, до сихъ поръ аккумуляторы рѣдко служили для полученія высокихъ напряженій. Высокое напряженіе можетъ быть получено подходящимъ соединеніемъ элементовъ, заряженныхъ подъ значительно меньшимъ напряженіемъ. Однако же къ полученію его встрѣчается много затрудненій. Берлинское „Reichsanstalt" построило для себя батарею, дающую 10.000 вольтъ. Батарея ея всегда готова къ дѣйствію и содержаніе ея весьма просто: достаточно разъ въ мѣсяцъ зарядить ее и разъ въ годъ добавлять воды вмѣсто испарившейся.

Справа, 5-я группа изъ 2 × 500 элементовъ; слѣва 500 индукціонныхъ элементовъ съ трансформаторомъ c, понижающимъ напряженіе; доска E служитъ для соединеній при зарядѣ и разрядѣ; на ней укрѣплена плавкая проволока F изъ константана; H — двойная цѣпь, правая вѣтвь которой имѣетъ сопротивленіе въ 1 мегомъ, вторая состоитъ изъ простой мѣдной проволоки. Главная батарея заключена въ стеклянный шкапъ съ желѣзной арматурой. Элементы расположены по 500 въ рамахъ, снабженныхъ роликами и могущихъ, вслѣдствіе этого, передвигаться параллельно самимъ себѣ и по



Фиг. 34.

Наибольшимъ затрудненіемъ при ея устройствѣ явилась изоляція. Каждый элементъ устроенъ такимъ образомъ, что кислота не можетъ выбрасываться изъ сосуда и изоляторы не могутъ покрываться проводящимъ слоемъ. Особенно старались устранить короткія замыканія, которыя уже испортили одну испытательную батарею изъ 500 небольшихъ элементовъ. При устройствѣ новой батареи, на днѣ состава подъ кислотой былъ уложенъ слой резины и былъ устроенъ спеціальный выходъ для газовъ, выдѣляющихся во время зарядки.

Каждый элементъ разсчитанъ на емкость, отъ 0,5 до 1 амперъ-часа при разрядномъ токѣ въ 0,1—0,2 ампера. Въ каждомъ сосудѣ находятся положительный и отрицательный электроды параллелепипедальной формы (45 мм. длиной, 12—шириной и 10—толщиной). Подставки густо покрыты глетомъ и сурикомъ по обычному способу. Вмѣстимость сосудовъ—50 см³. Каждый электродъ имѣетъ отростокъ, обращенный къ стѣнкѣ сосуда и опирающійся на стеклянную подставку; одинъ электродъ отдѣляется отъ другого стеклянной трубкой, которая у дна сосуда, а также на высотѣ 15 мм. отъ верхняго края сосуда имѣетъ по одному отверстію въ нѣсколько миллиметровъ діаметромъ. Сосуды наполняются разбавленной сѣрной кислотой такъ, что до верха стѣнокъ остается 10 мм., затѣмъ на поверхность кислоты выливается тѣсто, составленное изъ канифоли, льняного масла и копала; масса эта, путемъ предварительнаго нагрѣванія, дѣлается весьма однородной; она покрываетъ, такимъ образомъ, отростки пластины. Затѣмъ, по охлажденіи массы, пипеткой выбираютъ кислоту на 10 мм. такъ, чтобы верхнія отверстія стеклянныхъ трубокъ были свободны для выходовъ газа. Элементы помѣщаютъ на подставки, поддерживаемыя парафиновыми кусками и спаиваютъ отростки электродовъ, и элементы готовы къ дѣйствію. Если требуется заряжать батарею при 120—150 вольтахъ, то надо соединить ихъ въ 84 группы по 60 элементовъ. Фирма Шукертъ построила динамо въ 1 киловаттъ, которая при 1.200 оборотахъ даетъ отъ 2.000 до 3.000 вольтъ; эта машина имѣетъ 112 пластинъ въ коллекторѣ и работаетъ безъ искръ при 3.000 вольтъ и 0,5 ампера. Батарея заряжается въ 5 группъ по 1.000 элементовъ, соединенныхъ послѣдовательно. Фиг. 34 даетъ схему соединенія.

направленію перпендикулярному къ стѣнѣ. Каждая рама имѣетъ 20 отдѣленій, несущихъ каждое по 25 элементовъ. Элементы одного и того же отдѣленія соединены всегда послѣдовательно. Полюсы рамъ соединены такимъ образомъ, что отдѣленія можно вытаскивать. Внутреннее сопротивленіе каждаго элемента должно быть отъ 0,10 до 0,15 ома.

При работахъ съ высокимъ напряженіемъ можно наблюдать интересныя явленія. Напримѣръ, около 2.000 вольтъ отъ полюса высокаго напряженія отдѣляются въ пространство 10 искръ и соединяются съ землей чрезъ всѣ проводники, попадающіе имъ на пути. Для устраненія этого явленія провода слѣдуетъ отдѣлять металлическимъ экраномъ, соединеннымъ съ землей. Теряющаяся, такимъ образомъ, чрезъ разсѣиваніе въ воздухѣ, мощность не могла быть измѣрена. Слѣдуетъ думать, что при установкахъ высокаго напряженія потери происходятъ не только чрезъ изоляторы, но и чрезъ окружающій воздухъ.

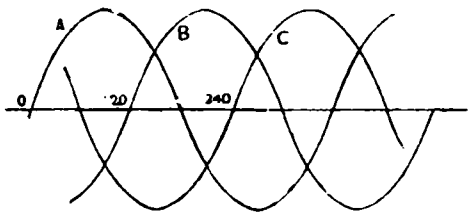
(L'Ecl. El., 1899, № 43).

Трансформированіе трехфазныхъ токовъ въ двухфазные и обратно. Извѣстно, что многофазные трансформаторы позволяютъ легко преобразовывать двухфазные токи въ трехфазные и обратно, съ помощью особой группировки и соединенія обмотокъ.

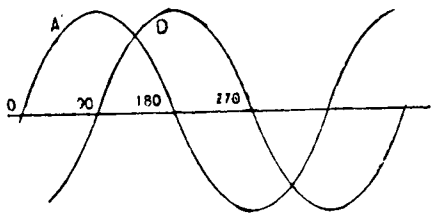
Съ тѣхъ поръ какъ Скоттъ ввелъ пользованіе этимъ устройствомъ, оно получило большое развитіе, но не всегда отдаютъ точный отчетъ о физической сторонѣ преобразованія трехъ токовъ, повернутыхъ на $^1/_3$ періода,—въ два, повернутые на $^1/_4$ періода.

Въ американскомъ журналѣ „The Electrical World" Ветмау (G. Watmough) даетъ простое геометрическое представленіе о взаимномъ трансформированіи трехфазныхъ и двухфазныхъ токовъ; это графическое представленіе еще интереснѣе отъ того, что ни въ одномъ изъ трудовъ по электротехникѣ почти ничего не говорится по этому вопросу.

Разсмотримъ фиг. 35, представляющую три тока A B C, сдвинутые на $\frac{2\pi}{3}$ одинъ отъ другого, и фиг. 36 представляющую двухфазные токи A′ D, о полученіи которыхъ идетъ рѣчь. Перемѣнимъ направленіе тока B, (фиг. 35), не измѣняя направленія другихъ; мы полу-



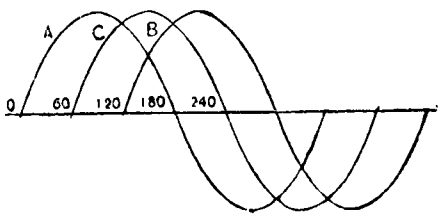
Фиг. 35.



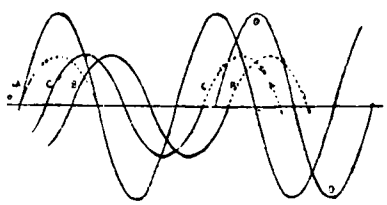
Фиг. 36.

чимъ три тока A B C (фиг. 37), повернутые одинъ относительно другого на 60° или $\frac{2\pi}{6}$

Положимъ, что амплитуды токовъ A B C (фиг. 37) равны единицѣ; увеличимъ амплитуду тока A въ отношеніи $\sqrt{3}:1=1{,}73$. Такимъ образомъ, получимъ кривыя



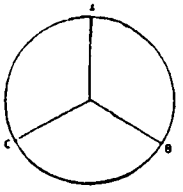
Фиг. 37.



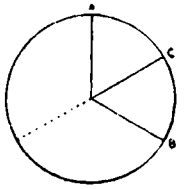
Фиг. 38.

A′ C B, представленныя въ лѣвой части фиг. 38, на которой первоначальная кривая A амплитуды=1, изображена пунктиромъ. Кривыя C и B затѣмъ даютъ равнодѣйствующую D, находящуюся въ правой части фиг. 38. Изъ чертежей видно, что кривыя A′ D представляютъ точно кривыя двухъ токовъ, повернутыхъ на $^1/_4$ періода.

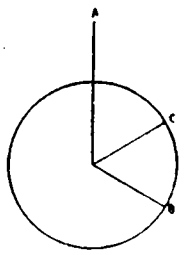
Фиг. 39, 40, 41 и 42 представляютъ то же самое при пользованіи векторами, изображающими токи: фиг. 39



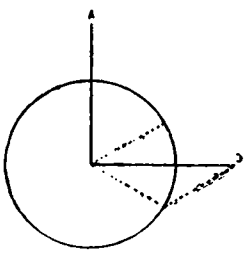
Фиг. 39.



Фиг. 40.



Фиг. 41.

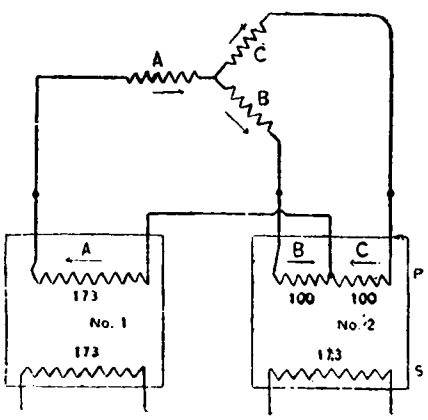


Фиг. 42.

показываетъ трехфазные токи A B C; токъ C на фиг. 40 имѣетъ обратное направленіе, и уголъ сдвига между тремя токами уменьшился до $\frac{2\pi}{6}=60$.

На фиг. 41 токъ A увеличенъ въ отношеніи $\frac{\sqrt{3}}{1}=1{,}73$ и, наконецъ, на фиг. 42, сложеніе векторовъ C и B даетъ векторъ D, который съ векторомъ A′ представляетъ систему двухфазнаго тока. На дѣлѣ, трансформированіе достигается съ помощью трансформатора съ двумя магнитными цѣпями или употребленіемъ двухъ обыкновенныхъ трансформаторовъ.

Фиг. 43 даетъ схему соединеній.



Фиг. 43.

Вторичныя обмотки трансформаторовъ №№ 1 и 2 имѣютъ одинаковое число витковъ (173 на фиг. 43) и даютъ двухфазный токъ. Первичная обмотка A трансформатора № 1 имѣетъ точно также 173 витка, а въ трансформаторѣ № 2—двѣ обмотки B и C по 100 витковъ каждая.

Они соединены съ источникомъ трехфазнаго тока, (представленъ на фиг. 43 вверху) такимъ образомъ, что въ извѣстные моменты токи B и C будутъ противоположны въ первичной обмоткѣ трансформатора № 2. Кромѣ того, очевидно, что первичные потоки B и C произведутъ нѣкоторыя магнитныя утечки въ транс-

форматорѣ № 2; его вторичная обмотка не будетъ имѣть точно желаемую величину напряженія, это и есть неудобство системы.

Это неудобство нѣсколько ослабляется уменьшеніемъ, сколь возможно, магнитныхъ утечекъ, при примѣненіи слабыхъ индукцій и подходящимъ перемѣщеніемъ первичныхъ обмотокъ B и C.

Въ Америкѣ трансформаторы фазъ получили весьма большое распространеніе.

Въ общемъ случаѣ, когда трансформаторъ съ нѣсколькими магнитными цѣпями питается двухфазными или трехфазными токами, можно получить вторичные многофазные токи въ какомъ либо количествѣ N, повернутые на $\frac{2\pi}{N}$ одинъ относительно другого. Это выполнено, напр., въ трансформаторахъ—выпрямителяхъ Леблана, которые дають, вообще говоря, двѣнадцатифазные токи, причемъ ихъ первичная обмотка питается двухъ- или трехфазнымъ токомъ.

(L'Electr. № 459).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Матеріалы къ исторіи Миннаго офицерскаго класса и Школы. С.-Петербургъ. 1899. XI + 259 стр., съ 7 рис. на отдѣл. листахъ.—Настоящій трудъ, какъ видно изъ самаго заглавія, представляетъ очеркъ исторіи Миннаго офицерскаго класса и Школы минеровъ, отпраздновавшихъ 1-го октября текущаго года двадцатипятилѣтіе своего существованія. Составители „Матеріаловъ", изъ скромности, признаютъ этотъ очеркъ не полнымъ и не достаточно обработаннымъ, съ чѣмъ, однако, едва ли согласится безпристрастный читатель. Правда, изложеніе труда возможно сжатое; но для внимательнаго читателя становится вполнѣ яснымъ, какъ шагъ за шагомъ, годъ за годомъ росли эти два учрежденія, идя рука объ руку на пути къ современному положенію. Самая идея необходимости для флота образованныхъ офицеровъ, знакомыхъ съ теоріей и практикой электротехники вообще и миннаго дѣла въ частности, сознавалась уже давно, можно сказать — съ первыхъ же дней примѣненія электричества къ военнымъ цѣлямъ вообще. Задолго до основанія самостоятельнаго электротехническаго учебнаго учрежденія во флотѣ Морское Министерство посылало своихъ офицеровъ и комендоровъ въ Техническое Гальваническое Заведеніе военно-сухопутнаго вѣдомства, для ознакомленія съ минными дѣломъ, какъ оно было поставлено въ инженерныхъ войскахъ. Конечно, лучшіе умы того времени отлично сознавали ненормальность такого положенія, но учрежденіе миннаго учебнаго заведенія спеціально для цѣлей флота чрезвычайно затруднялось новизною самаго дѣла и почти полнымъ отсутствіемъ подготовленныхъ къ сему преподавателей. „Матеріалы" даютъ очень яркую картину всѣхъ перипетій, предшествовавшихъ организаціи Миннаго класса.

18 февраля 1874 года воспослѣдовало Высочайшее повелѣніе объ образованіи во флотѣ отдѣльнаго минаго управленія и объ учрежденіи, между прочимъ для офицеровъ флота—Миннаго класса, а для нижнихъ чиновъ—Школы минеровъ. Приведеніе въ исполненіе сего повелѣнія возложено было на контръ-адмирала К. П. Пилкина съ назначеніемъ его завѣдующимъ минною частью во флотѣ. Въ помощь ему были назначены капитанъ-лейтенантъ В. П. Верховскій (завѣдующій классами) и лейтенантъ В. А. Шпаковскій (первый преподаватель курса о судовыхъ минахъ и ближайшій помощникъ Верховскаго).

Благодаря беззавѣтной преданности названныхъ лицъ къ порученному имъ дѣлу и ихъ огромнымъ личнымъ трудамъ, Минный офицерскій классъ съ перваго же года сталъ на твердую почву; это тѣмъ болѣе важно и удивительно, что по новизнѣ миннаго дѣла какъ у насъ, такъ и заграницей, — программы и отдѣльные курсы, равно какъ и практическія работы пришлось вести совершенно самостоятельно, за неимѣніемъ въ практикѣ другихъ государствъ болѣе точныхъ указаній. Такъ это шло и дальше—Минный офицерскій классъ былъ все время самобытнымъ учрежденіемъ, а отнюдь не сколкомъ съ заграничныхъ собратьевъ, причемъ благодаря совокупнымъ стараніямъ какъ учащаго, такъ и учащагося персонала класса минное дѣло въ русскомъ флотѣ стояло отнюдь не хуже, а во многихъ отношеніяхъ лучше, чѣмъ въ другихъ флотахъ.

Въ настоящей замѣткѣ нѣтъ возможности перечислить всѣ выдающіяся событія въ теченіе двадцатипятилѣтняго существованія этого одного изъ наиболѣе юныхъ русскихъ высшихъ учебныхъ заведеній; отмѣтимъ лишь, что „Матеріалы" даютъ читателю полную возможность прослѣдить, какъ развивались, годъ за годомъ, офицерскій классъ и школа, съ какою любовью работали преподаватели класса на пользу науки (въ „Матеріалахъ" довольно обстоятельно изложены труды А. С. Попова надъ изобрѣтеннымъ имъ безпроволочнымъ телеграфомъ), какъ велись практическія работы офицеровъ во время плаванія въ учебномъ минномъ отрядѣ и т. д.

Въ заключеніе укажемъ, что помимо своей спеціальной цѣли—снабженія флота минными офицерами, классъ сослужилъ другую немаловажную службу отечеству: онъ создалъ цѣлый кадръ спеціалистовъ по электротехникѣ вообще и по электрическому освѣщенію въ частности; значительное число техниковъ по электрическому освѣщенію въ Россіи—бывшіе ученики Миннаго офицерскаго класса и Школы минеровъ, съ достоинствомъ поддерживающіе въ разныхъ концахъ обширной Россіи честь того учрежденія, которое привило имъ знаніе.

Мы увѣрены, что каждый, кому попадутъ въ руки „Матеріалы къ исторіи Миннаго офицерскаго класса и Школы" (къ сожалѣнію, изданіе не предназначено къ продажѣ), съ удовольствіемъ прочтетъ этотъ трудъ, поучительный и въ томъ отношеніи, что онъ наглядно подтверждаетъ всѣмъ извѣстную мысль поэта:

„Куда какъ упоренъ въ трудѣ человѣкъ!
Чего онъ не сможетъ? Лишь было бъ терпѣнье,
Да сила, да воля, да Божье хотѣнье". *Н. Д.*

Свѣтъ видимый и невидимый. Рядъ рождественскихъ лекцій, прочитанныхъ въ Великобританскомъ Королевскомъ институтѣ **Сильванусомъ Томпсономъ**, проф. физики. Переводъ съ англійскаго **В. Чепинскаго.** Текстъ иллюстрированъ 150 рисунками. Изданіе Ф. Павленкова. С.-Петербургъ. 1900. 192 стр. Цѣна 60 коп.

Книга эта, вѣроятно, очень понравится большой публикѣ. Въ ней излагается теорія свѣтовыхъ явленій довольно подробно и притомъ въ высшей степени популярно. Авторъ не только не затрудняетъ слушателя математикой, но и избѣгаетъ всякихъ общихъ выраженій. Законы геометрической оптики, ученіе о поляризованномъ свѣтѣ и т. д., раскрываются на самихъ явленіяхъ, совершающихся предъ слушателями, явленіяхъ поучительныхъ, интересныхъ, а часто даже и курьезныхъ. Многіе опыты, о которыхъ говорится въ лекціяхъ С. Томпсона, представляютъ собою новые остроумные способы демонстрировать оптическія явленія въ популярномъ курсѣ, причемъ нѣкоторые изъ нихъ могутъ быть воспроизведены читателемъ безъ особыхъ затратъ.

Конечно, интересомъ современности являются въ рецензируемой книгѣ лекціи IV—VI, посвященныя „Невидимому спектру" (стр. 108—160) и „Рентгеновскому свѣту" (161—192). Тутъ читатель найдетъ свѣдѣнія и о цвѣтной фотографіи, и о люминесценціи, и о фотохромоскопѣ Айвса, и о волнахъ Гертца, и о рентгеновскихъ явленіяхъ.

Книга „Свѣтъ видимый и невидимый" можетъ принести немалую пользу лицамъ, читающимъ популярныя лекціи по свѣту.

Русское изданіе отличается толковымъ переводомъ и прекрасною передачею рисунковъ англійской книги. Цѣна книги низкая, почему она, вѣроятно, получитъ немалое распространеніе особенно среди учащейся молодежи.

Scientia. A. Cotton. Le Phénomène de Zeeman. Georges Carré et C. Naud, Editeurs. 1899. 100 p. in 16°.

А. Коттонъ. Явленіе Земана. Изданіе Карре и Но. — Мы имѣли уже случай сообщить читателямъ *Электричества* о серіи „Scientia" научныхъ монографій, издаваемой гг. Карре и Но. Передъ нами теперь № 5 этой серіи—сочиненіе извѣстнаго изслѣдователя свѣтовыхъ явленій А. Коттона, посвященное одному изъ самыхъ новыхъ электрооптическихъ вопросовъ: „явленію Земана".

Авторъ излагаетъ весьма точно и полно современное положеніе этого вопроса, его связь съ извѣстными раньше явленіями; освѣщаетъ его, насколько возможно, теоретическими разсужденіями, не отдавая предпочтенія ни одному изъ направленій теоріи, выясняя недостаточность каждаго изъ нихъ.

Явленіе, открытое Земаномъ, касается дѣйствія магнитнаго поля на свѣтъ, при самомъ началѣ свѣтового луча, въ самомъ источникѣ свѣта; здѣсь соприкасаются три громадныхъ вопроса о сущности магнитнаго поля, о роли матеріи въ явленіи свѣта, о характерѣ свѣтового луча; по этой то причинѣ явленіе Земана столь привлекаетъ умы ученыхъ.

А. Коттону удалось ясно и увлекательно изложить какъ общій характеръ явленія, такъ и сложныя детали его; особенное вниманіе обращаетъ онъ на способы измѣренія; первыя 20 страницъ посвящены обзору современныхъ спектрометровъ Майкельсона, Перо и Фабри и др. Авторъ предполагаетъ въ читателѣ знакомство съ оптическими явленіями, поэтому его книга не можетъ быть названа популярной въ широкомъ смыслѣ этого слова, но она прочтется съ большимъ интересомъ людьми, занимающимися физикою.

Электротехника въ Россіи.

Центральная электрическая станція г. Воронежа. — 19-го ноября т. г. открыта электрическая центральная станція въ г. Воронежѣ.

Центральная станція помѣщается на Богоявленской улицѣ недалеко отъ центра города и занимаетъ площадь въ 680 кв. саж. Машинное и котельное отдѣленія, вмѣстѣ съ другими необходимыми помѣщеніями, находятся въ одномъ красивомъ кирпичномъ зданіи.

Установка разсчитана на одновременное питаніе 4000 лампъ накаливанія по 16 норм. св. Въ котельной установлены 3 водотрубныхъ котла Бабкокъ и Вилькоксъ съ поверхностью нагрѣва въ 166 кв. м. каждый и съ давленіемъ въ 10 атм. Отопленіе—нефтяное. Въ машинномъ отдѣленіи установлены 3 вертикальныхъ паровыхъ компаундъ-машины безъ конденсаціи, развивающихъ нормально по 150 л. с. при 180 оборотахъ въ минуту. Съ каждой изъ нихъ соединенъ, посредствомъ ременной передачи, генераторъ перемѣннаго тока системы Сименсъ и Гальске „W. R. 39/50", съ непосредственно соединеннымъ возбудителемъ. Каждый изъ генераторовъ развиваетъ до 105 киловаттъ въ свободной отъ индукціи цѣпи. Токъ съ первоначальнымъ напряженіемъ въ 2000 вольтъ передается по воздушнымъ фидерамъ (съ общей длиной въ 2000 саж.) къ 7 трансформаторамъ различной величины (отъ 1,5 до 30 киловаттъ). Трансформаторы эти расположены въ различныхъ пунктахъ города въ деревянныхъ кіоскахъ. Вторичная сѣть устроена по трехпроводной системѣ съ напряженіемъ въ 2×120 вольтъ. Общая длина сѣти съ отвѣтвленіями около 8500 саж. Для уличнаго освѣщенія установлены 103 дуговыхъ лампы: 96 лампъ по 8 амперъ и 7 лампъ по 12 амп. Лампы частью подвѣшены на деревянныхъ мачтахъ съ кронштейнами, а частью—посреди улицъ, на поперечныхъ стальныхъ тросахъ. Среднее разстояніе между лампами—30 саж. Лампы включены послѣдовательно, группами по 5 лампъ, въ внѣшній проводъ трехпроводной сѣти и питаются трансформаторами. Значительное число абонентовъ уже включено въ сѣть. Станція построена акціонернымъ обществомъ русскихъ электротехническихъ заводовъ Сименсъ и Гальске, въ С.-Петербургскихъ мастерскихъ котораго и изготовлены всѣ динамомашины и электрическіе провода и аппараты. Постройка станціи длилась всего около 6 мѣсяцевъ.

1-й Всероссійскій Электротехническій Съѣздъ въ г. С.-Петербургѣ.

27 декабря, въ 1 часъ дня, состоялось торжественное открытіе 1-го Всероссійскаго Электротехническаго Съѣзда въ помѣщеніи Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Послѣ привѣтственной рѣчи Предсѣдателя Съѣзда ген.-лейт. Н. П. Петрова, указавшаго на заслуги русскаго генія въ области электричества и электротехники, Съѣзду были принесены многочисленныя привѣтствія отъ имени различныхъ правительственныхъ учрежденій, ученыхъ обществъ и нѣкоторыхъ промышленныхъ электротехническихъ предпріятій.

Затѣмъ академикъ Н. Г. Егоровъ прочелъ рѣчь на тему о столѣтіи электрическаго тока, а Товарищъ Предсѣдателя Съѣзда А. И. Смирновъ—объ успѣхахъ электротехники.

Въ заключеніе Съѣзду были представлены отчеты секретаря Съѣзда—о подготовительныхъ работахъ Комитета Съѣзда и предсѣдателя выставочной комиссіи—по организаціи выставки при Съѣздѣ.

По окончаніи засѣданія состоялось открытіе названной выставки.

Относительно дальнѣйшихъ занятій Съѣзда, Комитетъ Съѣзда призналъ необходимымъ, въ виду значительнаго числа докладовъ (79), вести засѣданія одновременно по нѣсколькимъ отдѣламъ. Именно, сообразно группировкѣ представленныхъ докладовъ, постановлено было образовать слѣдующіе отдѣлы: I—общіе вопросы (соединенныя засѣданія всѣхъ отдѣловъ); II—электротехническая промышленность; III—производство и распредѣленіе электрической энергіи; IV — электрическія желѣзныя дороги; V — электрохимія; VI — электромедицина.

Что касается подробностей распорядка занятій, то, въ общемъ, онъ представляется въ слѣдующемъ видѣ:

Отъ 10 до 11 ч. утра осмотры электрическихъ станцій и электротехническихъ заводовъ и засѣданія комиссій по разсмотрѣнію внесенныхъ предложеній и проектовъ.

Отъ 1 ч. до 2½ ч. дня общія собранія (доклады, отнесенные къ I-му отдѣлу).

Отъ 2½ ч. до 5 ч. вечера засѣданія прочихъ отдѣловъ съѣзда.

Отъ 8 ч. вечера осмотры станцій и заводовъ.

Кромѣ того, назначены: на 29 декабря—соединенное засѣданіе Съѣзда и VI Отдѣла Императорскаго Русскаго Техническаго Общества; на 2 января—таковое же засѣданіе Съѣзда и Электротехническаго Общества, на 4 января—Съѣзда и Русскаго Физико-химическаго Общества; 6 января предполагается посѣщеніе физической лабораторіи Военно-Медицинской Академіи, для ознакомленія съ жидкимъ воздухомъ и послѣдними опытами Тесла.

Затѣмъ, 5 января состоится общее собраніе для принятія резолюцій и 7-го января—закрытіе Съѣзда.

По окончаніи занятій Съѣзда предположено совершить поѣздку на Иматру, для осмотра вновь сооруженнаго тамъ карбиднаго завода (9 и 10 января).

Общее число членовъ, по даннымъ на 30 декабря превысило 525 человѣкъ.

Въ „Электричествѣ" будутъ приведены своевременно резолюціи, которыя выработаетъ Съѣздъ, а также нѣкоторые наиболѣе интересные доклады, сдѣланные на Съѣздѣ.

Редакторъ А. И. Смирновъ.

Къ гг. русскимъ электротехникамъ.

VI—Электротехническій—Отдѣлъ И. Р. Т. О-ва постановилъ принять участіе въ предстоящей Всемірной выставкѣ въ Парижѣ доставленіемъ туда свѣдѣній о всѣхъ изобрѣтеніяхъ въ области электротехники, сдѣланныхъ русскими. Съ этою цѣлію отдѣлъ постановилъ приготовить рядъ большихъ таблицъ (въ размѣрѣ листа александрійской бумаги), на которыхъ были бы наглядно изображены всѣ главнѣйшіе приборы, приспособленія и машины, изобрѣтенные русскими электротехниками. Къ этимъ таблицамъ долженъ быть составленъ и отпечатанъ на русскомъ и французскомъ языкахъ пояснительный указатель съ краткимъ историческимъ очеркомъ и съ необходимыми чертежами; въ этомъ указателѣ должны быть перечислены, кромѣ того, и всѣ болѣе мелкія изобрѣтенія не представленныя на отдѣльныхъ таблицахъ. Исполненіе этой работы VI отдѣлъ возложилъ на особую, избранную имъ комиссію, составленную изъ слѣдующихъ лицъ: Я. И. Ковальскаго (предсѣдатель комиссіи), Н. А. Рейхеля, Н. Ф. Савельева и В. А. Тюрина. Совѣтъ И. Р. Т. О-ва утвердилъ всѣ эти постановленія Отдѣла.

Комиссія уже начала свои работы по собиранію матеріала; но такъ какъ времени остается очень мало (всѣ работы должны быть закончены къ 1 ноября текущаго года), то вслѣдствіе этого рѣшено обратиться ко всѣмъ гг. русскимъ электротехникамъ съ покорнѣйшей просьбой оказать содѣйствіе, въ интересахъ самаго дѣла, присылкою свѣдѣній о сдѣланныхъ ими изобрѣтеніяхъ. Было бы желательно получить въ возможно непродолжительномъ времени:

1) детальные чертежи или, по крайней мѣрѣ, схемы даннаго изобрѣтенія съ описаніемъ и указаніемъ времени, когда сдѣлано изобрѣтеніе,

2) копіи съ привиллегій, если таковыя получены у насъ или за границею,

3) указанія относительно того, примѣняется ли уже на практикѣ данное изобрѣтеніе или нѣтъ; и если примѣняется, то въ какомъ размѣрѣ и гдѣ именно въ Россіи и за-границей?

Изобрѣтатели, если имъ угодно, могутъ сами приготовить для выставки большіе раскрашенные чертежи ихъ изобрѣтеній на листахъ александрійской бумаги большого формата, предварительно условившись съ комиссіей.

Если есть брошюры или отдѣльныя публикаціи о данномъ изобрѣтеніи или объ его примѣненіяхъ, то комиссія проситъ присылать и ихъ.

Всѣ эти матеріалы комиссія проситъ адресовать въ С.-Петербургъ, въ канцелярію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества (Пантелеймоновская улица, № 2), для передачи Я. И. Ковальскому. Присланные матеріалы могутъ быть потомъ, по снятіи съ нихъ копій, возвращены обратно, если приславшій укажетъ адресъ, куда ихъ возвратить;—но чертежи, приготовленные для выставки, не могутъ быть возвращены обратно.

Комиссія надѣется что гг. русскіе электротехники не откажутъ ей въ своемъ любезномъ содѣйствіи и, такимъ образомъ, дадутъ возможность на Всемірной выставкѣ въ Парижѣ представить дѣятельность русскихъ электротехниковъ съ достодолжной полнотою.

Предсѣдатель комиссіи *Я И. Ковальскій.*

Печатано по распоряженію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.