

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Соединение электрических вагоновъ-двигателей въ поѣзда.

Статья инженера путей сообщения
Г. Д. Дубелира.

Весьма распространено убѣжденіе, что вопросъ о возможности и выгодности примѣненія электрической тяги на желѣзныхъ дорогахъ тѣсно связанъ съ замѣною существующаго типа длинныхъ поѣздовъ, часто слѣдующихъ одинъ за другимъ, короткими поѣздами, по два-три вагона. Между тѣмъ, при болѣе внимательномъ разсмотрѣніи условій движения, какъ по нѣкоторымъ столичнымъ дорогамъ (*métropolitaines*), такъ и по большинству обыкновенныхъ желѣзныхъ дорогъ, эксплуатируемыхъ паровой тягой, легко убѣдиться, что отправленіе вагоновъ по одному и по два во многихъ случаяхъ совершенно непримѣнительно.

Въ слѣдующей таблицѣ показано число вагоновъ въ поѣздѣ и промежутки времени между отправленіями поѣздовъ, примѣняемыхъ въ настоящее время, а также проектируемыхъ для необходимаго расширенія движения въ будущемъ, на нѣкоторыхъ столичныхъ дорогахъ.

Уменьшать интервалы между поездами дальше трех-двухъ съ половиною минутъ, какъ показалъ опытъ парижской *Métropolitain*, неудобно *), имѣя въ виду довольно значительную скорость поездовъ. Поэтому, при всякомъ расширеніи движения остается, какъ это видно изъ таблицы, только увеличивать число вагоновъ въ каждомъ поездѣ.

Обращаясь къ междугороднымъ желѣзнымъ дорогамъ, замѣтимъ, что и здѣсь составъ поѣзда никоимъ образомъ не можетъ быть сведенъ къ одному-двумъ вагонамъ. Такъ, если взять для

примѣра Московско-Курскую желѣзную дорогу то оказывается, что среднєе движеніе по ней въ 1899 г. составляло:

56 товарныхъ поѣздовъ по	
36 вагон., т.е.	2016 ваг.
32 пассажирскихъ поѣзда	
12 вагон., т.е.	384 "
Всего . . .	2400 "

вагоновъ въ сутки = 100 вагоновъ въ часъ или
безъ малаго по одному вагону въ минуту въ
каждомъ направлениі. Такое движение, конечно,
не является исключительно сильнымъ: такъ, на-
примѣръ, Лондонъ указываетъ въ своемъ до-
кладѣ *) на движение по Лондонъ-Бедфордской
жел. дор., достигающее до 300 поѣздовъ въ
сутки.

Къ этому надо, конечно, сейчасъ же добавить, что для междугородныхъ желѣзныхъ дорогъ нечего и думать уменьшать интервалъ между поѣздами до такихъ предѣловъ, какъ на тѣхъ-городитains, особенно если распредѣлять движеніе равномѣрно на всѣ сутки. Непрерывное прохожденіе поѣздовъ каждыя 3—5 минутъ по станціоннымъ стрѣлкамъ и путямъ, не говоря уже о томъ, что потребовало-бы чрезмѣрно-напряженной работы всего персонала, сдѣлало бы совершенно невозможнымъ какъ всякаго рода коммерческія и контрольныя операции, неразрывно связанныя съ движеніемъ поѣздовъ, такъ и текущій ремонтъ полотна. Упомянемъ здѣсь, что въ недавно опубликованномъ проектѣ **) электрической дороги Берлинъ-Гамбургъ даже при 20-ти минутномъ интервалѣ между поѣздами найдено было необходимымъ, для возможности ремонта, запроектировать полотно въ три пути, что конечно связано съ громадными затратами.

Поэтому можно ожидать, что въ тотъ мон-
ментъ, когда наступить время для введенія
электрической тяги на желѣзныхъ дорогахъ,
электротехникъ непремѣнно придется столкнуться
съ вопросомъ о тягѣ поѣздовъ, состоящихъ изъ
многихъ вагоновъ.

^{*)} Электричество 1901 г. № 13—16 стр. 223.

**) Elektrische Schnellbahnen zur Verbindung grosser Städte. von A. Philippi und C. Griebel. Berlin. 1901.

Наиболѣе старое рѣшеніе этого вопроса со-
стоитъ въ примѣненіи для тяги большихъ по-
ѣздовъ электрическихъ локомотивовъ или электро-
возовъ. Идея такихъ локомотивовъ возникла съ
самыхъ первыхъ шаговъ электрической тяги и
сопутствовала ей во всѣхъ дальнѣйшихъ фазахъ
ея развитія. Напомнимъ первые локомотивы Си-
менса и Гальске въ 1879 г. на Выставкѣ въ Бер-
линѣ, локомотивы на первой подземной электри-
ческой городской дорогѣ City and South London
(1890 г.), классические колоссальные локомотивы
на Baltimore and Ohio R. R. (1895 г.) электро-
возы Гейльмана (1894 г.), наконецъ новѣйшіе ло-
комотивы Central London Railway (1900 г.).

Несмотря на это, электрические локомотивы
не получили до сихъ поръ и не получать, по
всей вѣроятности, и впослѣдствіи сколько-нибудь
серъезнаго примѣненія, по сравненію съ парово-
зомъ. Причиной этому является, конечно, отсут-
ствіе какихъ-либо существенныхъ выгода при замѣнѣ
парового локомотива электрическимъ.

Дѣйствительно, для того чтобы вести поѣздъ
даннаго вѣса, на заданномъ предѣльномъ подъемѣ,
нагрузка на ведущія оси пароеза, какъ извѣстно,
по условіямъ сѣнленія колесъ съ рельсами,
должна быть не менѣе нѣкоторой, вполнѣ опре-
дѣленной величины. Вѣсъ электрическаго ло-
комотива, который можетъ вести этотъ же поѣздъ,
по тому же самому предѣльному подъему, можетъ
быть самое большее на 20% легче вышеупомя-
нутой нагрузки, приходящейся на ведущія оси
паровоза. Такое уменьшеніе вѣса является слѣд-
ствіемъ полной равнѣнности силы тяги электро-
двигателя.

Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены данныя
относительно двухъ сравнительно новыхъ типовъ
паровозовъ нашихъ желѣзныхъ дорогъ.

	10-ти колесный 8-ми колесный курьерскій товарный па- ровозъ.		паровозъ.	
Вѣсъ паровоза . . .	63 тонны.		53 тонны.	
“ тенdera . . .	38 ”		38 ”	
“ вагоновъ . . .	300 ”		600 ”	
“ всего поѣзда . .	401 ”		701 ”	
Сѣнлпной вѣсъ Р. . .	44 ”		53 ”	
Вѣсъ эквивален. элек- трическаго локомо- тива = 0,8 Р. . .	35,2 ”		42,4 ”	

Возможная экономія въ общемъ вѣса поѣзда
составляетъ, очевидно, въ первомъ случаѣ:

$$63 - 38 - 35,2 = 6,8 \text{ тонны или } \frac{65,8}{401} = \text{около } 16,5\%$$

общаго вѣса курьерскаго поѣзда; во второмъ случаѣ $53 + 38 - 42,4 = 48,6$ тонны, что со-
ставляетъ $\frac{48,6}{700} \approx 7\%$ общаго вѣса товар-
наго поѣзда.

Въ среднемъ, общую экономію въ вѣсѣ всѣхъ
поѣздовъ можно оцѣнить около 9%, принимая
во вниманіе отношеніе между числомъ товарныхъ
и курьерскихъ поѣздовъ, указанное, напр., выше
для М.-Курской жел. дор.

Если вспомнить, что потеря только въ про-
водахъ составляетъ около 10%, то становится
яснымъ, что экономія въ топливѣ сводится къ пустякамъ и, слѣдовательно, всѣ остальные громад-
ные расходы на погашеніе электрическаго обо-
рудованія въ общемъ случаѣ никоимъ образомъ
не могутъ окупиться разными второстепенными
преимуществами электрической тяги въ родѣ
меньшей нагрузки на ось, отсутствія дыма и т. д.

Сопоставляя только что сказанное о невыгод-
ности примѣненія электрическихъ локомотивовъ,
взрастающей, какъ видно изъ предыдущихъ при-
мѣровъ, съ увеличеніемъ вѣса поѣзда, и ранѣе
изложенными соображеніями о невозможности поль-
зоваться на желѣзныхъ дорогахъ короткими по-
ѣздами, убѣждаемся, что электровозами совер-
шенно не разрѣшается вопросъ о введеніи элек-
трической тяги на желѣзныхъ дорогахъ.

Въ послѣдніе годы, однако, разработано другое
рѣшеніе, позволяющее гораздо лучше исполь-
зовать основныя достоинства электрической тяги,
путемъ включенія въ составъ поѣзда двухъ или
нѣсколькихъ вагоновъ-двигателей. Въ настоящій
моментъ можно уже указать на цѣлый рядъ
примѣровъ такой тяги, частью разработанныхъ
въ проектѣ, частью уже выполненныхъ на дѣлѣ.
Такъ, напримѣръ, недавно пущенный для опыта
электрическій пассажирскій поѣздъ на Wannsee-
bahn состоять изъ 10-ти вагоновъ; передній и
задній вагоны поѣзда имѣютъ каждый по три
электродвигателя, всѣ эти шесть двигателей
управляются съ любого конца поѣзда общимъ
контроллеромъ.

Въ одномъ изъ проектовъ оборудованія под-
земной лондонской Metropolitan and District Rail-
way электрической тягой, поѣзда предполагается
составлять изъ трехъ группъ вагоновъ, причемъ
каждая группа будетъ состоять изъ вагона-дви-
гателя и прицѣпного вагона; по мѣрѣ надобности,
составъ поѣзда можетъ быть легко увеличенъ
добавленіемъ новаго числа группъ.

На городскихъ желѣзныхъ дорогахъ South
Side Elevated въ Чикаго и Metropolitan въ Бо-
стонѣ циркулируютъ поѣзда, состоящіе въ пер-
вомъ случаѣ изъ 6, а во второмъ изъ 5-ти ва-
гоновъ. Всѣ вагоны оборудованы электродвига-
телями и всѣ электродвигатели управляются
однимъ машинистомъ, находящимся во главѣ
поѣзда. Такіе же поѣзда, въ составѣ 8 вагоновъ-
двигателей, проектировались для введенія на Бер-
линской Stadtbahn.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію различ-
ныхъ устройствъ такой системы, постараемся уста-
новить, какія выгода представляеть изъ себя
эту роль тяги по сравненію съ паровыми и
электрическими локомотивами.

Тяга поѣздами, составленными изъ нѣсколь-
кихъ вагоновъ-двигателей, является прежде всего
особенно подходящей для городскихъ желѣзныхъ
дорогъ типа metropolitans. Дѣйствительно, наи-
болѣе характерной чертой эксплоатации этихъ
дорогъ является необходимость поддерживать

большую среднюю скорость, 30—35 км. въ часъ, при весьма частыхъ остановкахъ (приблизительно черезъ каждыя $\frac{1}{2}$ версты). Достигнуть этого результата можно только путемъ возможно большаго сокращенія времени, затрачиваемаго на развитіе скорости послѣ остановокъ, для чего сила тяги, развивающаяся при этомъ двигателями, должна быть возможно велика по отношенію къ массѣ поѣзда.

Если, напримѣръ, поѣздъ приводится въ движеніе локомотивомъ, вѣсъ котораго составляетъ даже $\frac{1}{4}$ вѣса остального поѣзда (что уже представляется очень большой бесполезной вѣсью), то при коефиціентѣ сцепленія въ $\frac{1}{8}$, сила тяги не можетъ быть болѣе $\frac{1}{40}$ вѣса всего поѣзда (вмѣстѣ съ локомотивомъ). Тогда какъ, если половина изъ осей поѣзда снабжена двигателями, то сила тяги можетъ составлять до $\frac{1}{16}$ вѣса всего поѣзда, т. е. ускореніе при этомъ можетъ быть въ 2,5 раза быстрѣе по сравненію съ предыдущимъ случаемъ.

Кромѣ непосредственнаго повышенія средней скорости, быстрое ускореніе имѣть еще, какъ известно, значеніе въ смыслѣ экономіи энергіи, поглощаемой при остановкахъ тормазами, благодаря пониженію максимальной скорости. При частыхъ остановкахъ эта экономія можетъ составить до 20%, общаго расхода топлива.

Помимо только что указанныхъ тяговыхъ вы-
годъ, примѣненіе этой системы для metropolitans имѣть цѣлый рядъ другихъ преимуществъ, какъ-
то: возможность легко измѣнять число вагоновъ въ поѣздѣ, сообразно съ напыливомъ пассажировъ, добавленіемъ новыхъ группъ, какъ это мы видѣли на примѣрѣ лондонской Metropolitan and District, затѣмъ отсутствіе необходимости манев-
ровъ на конечныхъ пунктахъ линіи, благодаря тому, что поѣздомъ можно одинаково удобно управлять съ обоихъ концовъ, наконецъ, удешев-
леніе стоимости первоначального устройства линіи, благодаря возможности пользоваться значитель-
ными подъемами, напримѣръ въ 50 и болѣе тысяч-
ныхъ. Такіе подъемы значительно уменьшаютъ стоимость переходовъ изъ возвышенной части линіи въ подземную, сокращая часть пути, находящуюся въ уровне земли и требующую занятія участковъ городской земли. Наконецъ, умень-
шеніе максимальной нагрузки на ось подвижного состава значительно облегчаетъ вѣсъ металлическихъ частей эстакаднаго строенія. Добавимъ къ этому, что и для городскихъ туннелей этотъ способъ тяги имѣть нѣкоторыя преимущества по сравненію съ локомотивами, какъ это видно изъ примѣра Central London Railway, гдѣ примѣненіе тяжелыхъ электровозовъ (болѣе 40 тоннъ), вызвало, какъ известно, весьма серьезныя сотря-
сенія почвы и городскихъ зданій.

Значеніе описываемой системы тяги далеко не ограничивается, однако, съ преимуществами надъ локомотивами по отношенію къ городскимъ линіямъ. Можно полагать, что примѣненіе этой системы будетъ также значительно способство-

вать переходу нѣкоторыхъ междугородныхъ линій отъ паровой тяги къ электрической.

Вообще говоря до настоящаго времени, выгоды представляемая электрической тягой, еще совер-
шенно не окупаютъ издержекъ на электрическое оборудованіе. Но въ нѣкоторыхъ частныхъ слу-
чаяхъ примѣненіе поѣздовъ, состоящихъ изъ нѣ-
сколькихъ вагоновъ-двигателей, уже и теперь можетъ дать такое значительное удешевленіе всей первоначальной постройки линіи и расхо-
довъ по ея эксплоатации, что дополнительные издержки на электрическія устройства по срав-
ненію съ этой экономіей окажутся, по всей вѣроятности, весьма невелики. Такой случай пред-
ставляется, когда въ гористой мѣстности, какъ, напримѣръ, у настѣ на Кавказѣ, требуется про-
ложить линію большой пропускной способ-
ности, т. е. предназначенную для перевозки большого количества грузовъ, съ большой ком-
мерческой скоростью.

Для линіи, проложенной въ подобной мѣст-
ности, даже незначительное увеличеніе предѣль-
ного подъема позволяетъ на много сократить общую длину линіи, избѣжать цѣлаго ряда длин-
ныхъ туннелей и обойти особенно трудныя мѣста. Но, съ другой стороны, съ увеличеніемъ подъема очень быстро уменьшается предѣльное число вагоновъ, которое можетъ перевести данный паро-
возъ.

Какъ быстро уменьшается съ увеличеніемъ подъема составъ поѣзда, можно судить по слѣ-
дующей таблицѣ, составленной въ предположеніи 8-ми колеснаго паровоза, вѣсомъ 53 тонны, съ тендеромъ въ 38 тоннъ и вагоновъ по 20 тоннъ (750 пуд. подъемной силы).

Предѣльный подъемъ.	Число вагоновъ.	Отношеніе вѣса паровоза и тендера къ общему вѣсу поѣзда, въ %.
0,005	45	9
0,010	28	14
0,015	20	18
0,020	15	22
0,030	9	31

Такъ какъ въ то-же время быстро понижается скорость движенія поѣздовъ по такимъ подъемамъ и спускамъ и, слѣдовательно, уменьшается число поѣздовъ (особенно при одноколейномъ пути), то количество грузовъ, которое въ состояніи перевезти дорога, можетъ въ концѣ концовъ уменьшиться до предѣловъ, не окупающихъ расходовъ по ея устройству.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло въ случаѣ примѣненія электрической тяги съ нѣсколькими вагонами-двигателями въ поѣздѣ, какъ можно легко убѣдиться изъ слѣдующаго примѣра:

Допустимъ, что на проектируемой нами дорогѣ можно ожидать, что по крайней мѣрѣ 20% про-
ходящихъ черезъ нея грузовъ могутъ быть перевозимы въ собственныхъ электрическихъ вагонахъ дороги; остальные же грузы могутъ перевозиться, какъ всегда, въ обыкновенныхъ товарныхъ ваго-

нахъ любыхъ дорогъ. Такому соотношению удовлетворитъ, напр., такой составъ поѣзда:

	Вагоны-двигатели.	Товарные вагоны.
Число вагоновъ въ поѣзда	$\frac{1}{3}$ общаго колич.	$\frac{2}{3}$ общаго колич.
Нагрузка на ось вагона	10 тоннъ	10 тоннъ
Подъемная сила	375 пуд.	750 пуд.
Вѣсъ электрич. оборудования	375 пуд.	0 пуд.
Полный вѣсъ вагона	1200 пуд.	1200 пуд.

Простымъ подсчетомъ легко убѣдиться, что такой поѣзда будетъ въ состояніи преодолѣвать подъемы до 60 тысячныхъ; въ то же время, если считать за бесполезный вѣсъ $\frac{1}{2}$ вѣса вагона двигателя (такъ какъ его подъемная сила составляетъ тоже только половину нормальной), то отношеніе этого вѣса къ общему вѣсу поѣзда будетъ всего 16% .

Но, кромѣ возможности пользоваться для трассировки линіи 60 тысячнымъ подъемомъ, еще болѣе важнымъ преимуществомъ описываемаго рода тяги является, то обстоятельство, что максимальное число вагоновъ, составляющее поѣзда, совершенно не зависитъ отъ этого подъема и ограничивается развѣ только длиной станціонныхъ путей и мощностью центральной станціи. И то и другое можетъ быть легко, конечно, увеличиваемо по мѣрѣ развитія движенія, безъ всякихъ коренныхъ и дорого стоющихъ измѣнений въ устройствѣ полотна.

Ко всему сказанному надо добавить и другія преимущества, свойственные всякому вообще типу электрической тяги, которая является особенно важными для разбираемаго случая, именно: 1) возможность пользоваться при трассировкѣ линіи весьма крутыми радиусами (около 50 метровъ, т. е. 25 саж.), 2) отсутствіе дыма и пара, позволяющее расчитывать въ туннеляхъ на болѣе значительный коеффиціентъ сцепленія и, слѣдовательно, больший составъ поѣзда, 3) уменьшеніе нагрузки на ось, удешевляющее всѣ же лѣзные мосты и, наконецъ, 4) возможность утилизировать въ нѣкоторыхъ случаяхъ гидравлическую силу горныхъ потоковъ.

Все это, вмѣстѣ взятое, уже и при современномъ состояніи электротехники, позволяетъ настолько уменьшить расходы, какъ по постройкѣ, такъ и по эксплоатациіи линіи, что можно не колеблясь предсказать, что тяга соединенными вагонами-двигателями въ самомъ скромѣи времени будетъ применена къ горнымъ линіямъ и даже вызоветъ, по всей вѣроятности, къ постройкѣ такія новыя магистральныя линіи, объ осуществлении которыхъ нечего было бы и думать при паровозной тягѣ.

Перейдемъ теперь къ описанію нѣкоторыхъ практическихъ способовъ соединенія вагоновъ-двигателей въ поѣзда.

Самымъ простымъ случаемъ можно считать составленіе поѣзда изъ двухъ вагоновъ-двигателей по концамъ поѣзда и нѣсколькихъ обыкновенныхъ вагоновъ въ серединѣ. Такъ, напримѣръ, опытный электрическій поѣзда на Wannseebahnh^{*)} состоитъ изъ двухъ вагоновъ-двигателей, между которыми вставлено восемь обыкновенныхъ пассажирскихъ вагоновъ. Полный вѣсъ порожняго поѣзда составляетъ около 193 тоннъ; изъ этого на долю обоихъ вагоновъ-двигателей, имѣющихъ каждый по три ведущихъ оси, приходится всего 63 тонн. На этомъ примѣрѣ легко сравнить паровую и электрическую тягу. Поѣзда этотъ представляютъ нормальный типъ пассажирскаго поѣзда на Wannseebahnhⁿ; вѣсъ порожняго поѣзда вмѣстѣ съ паровозомъ составляетъ обыкновенно около 215—218 тонн., т. е. всего на 13% больше электрическаго.

За то, чисто въ тяговомъ отношеніи, электрическій поѣзда много выше парового. Именно, сцепной вѣсъ паровоза составляетъ около 30—32 тоннъ, распределенныхъ всего на двухъ осяхъ; слѣдовательно, вмѣсто максимальной нагрузки на ось паровоза въ 16 т., нагрузка на ось электрическаго вагона не болѣе 11 тоннъ. Затѣмъ, наибольшая сила тяги для парового поѣзда составляетъ, напр. при допускаемомъ коеффиціентѣ сцепленія въ $\frac{1}{7}$, всего

$\frac{1}{7} \times \frac{32000}{218} =$ около 21 кгр. на тонну вѣса поѣзда, слѣдовательно, вычитая 6 кгр. на сопротивленіе на прямомъ и горизонтальномъ пути, получимъ величину предѣльного подъема, проходимаго поѣздомъ въ 15 тысячныхъ.

Для электрическаго поѣзда коеффиціентъ сцепленія можно считать на 20% больше, въ виду равнѣнности работы двигателей. Поэтому наибольшая возможная сила тяги будетъ

$$\frac{1}{7} \times \frac{1}{0,80} \times \frac{63000}{193} \text{ около } 58 \text{ кгр. на тонну,}$$

т. е. за вычетомъ 6 кгр. на сопротивленіе имѣемъ возможность преодолѣвать подъемы въ 52 тысячныхъ.

Но тѣ же самыя усилія въ $21-6=15$ и $58-6=52$ кгр. мы бы могли затратить не на преодолѣніе подъема, а на развитіе начальной скорости. Разумѣется, въ этомъ случаѣ ускореніе электрическаго поѣзда оказалось бы въ нѣсколько разъ быстрѣе по сравненію съ паровыемъ.

Каждый изъ двухъ вагоновъ-двигателей поѣзда Wannseebahnhⁿ имѣеть 3 двигателя, соединенныхъ между собою параллельно; обѣ группы этихъ двигателей, соединенные между собой и съ контроллеромъ кабелемъ, могутъ быть включены послѣдовательно или параллельно, такъ что каждая группа электрически соответствуетъ какъ бы одному изъ двухъ двигателей обыкновенного трамвайного вагона. Контроллеръ по существу ни чѣмъ не отличается отъ обыкновенного типа

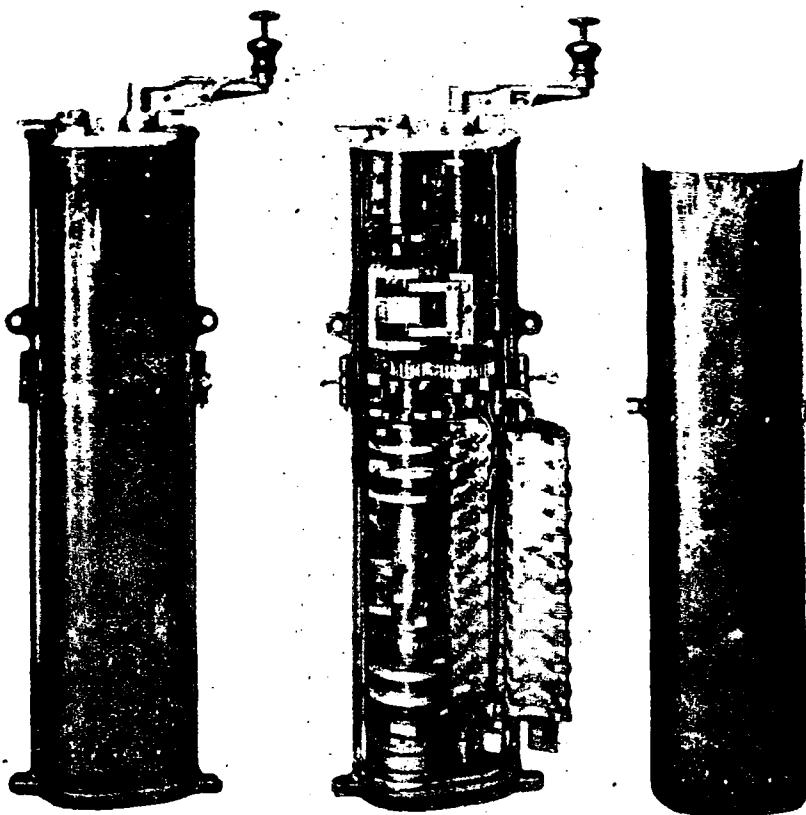
^{*)} Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1900, № 36.

и вся система управлениі шестью двигателями, поэтому, чрезвычайно проста. Скорость достигала 55 км. въ часъ и при этомъ, какъ показать опытъ, оба вагона, какъ тянущий, такъ и подталкивающій, работаютъ вполнѣ согласно, безъ какихъ бы то ни было толчковъ. Амперметры, помѣщенные въ обоихъ вагонахъ-двигателяхъ, указывали вполнѣ одинаковую нагрузку двигателей.

Система эта, вполнѣ оправдавшая себя на опыте поѣздѣ, тѣмъ не менѣе представляла довольно большія неудобства при болѣе широкомъ ея.

мѣнно присутствіе двухъ вагоновъ-двигателей въ поѣздѣ. Отдѣленіе одного изъ нихъ, при необходимости уменьшениія состава поѣзда, весьма неудобно, такъ-же неудобно добавленіе новыхъ вагоновъ-двигателей.

Поэтому, гораздо болѣе рациональнымъ, въ общемъ случаѣ, можно считать такую систему, гдѣ каждый вагонъ двигатель представляется изъ себя самостоятельное цѣлое, регулируемое собственнымъ контроллеромъ, пропускающимъ сквозь себя токъ *только отъ двухъ двигателей*, контроллеры же при этомъ могутъ быть приводимы въ



Фиг. 1.

примѣненіі. Именно, даже и въ данномъ случаѣ, токъ, проходившій черезъ контроллеръ и кабель, при троганіяхъ съ мѣста достигалъ 1200 амперъ, т. е. въ 40 разъ превышалъ обыкновенный токъ трамвайныхъ вагоновъ. При размыканіяхъ тока, включениемъ большаго количества сопротивленій, правда, достигается предѣльная величина въ 150 амперъ, но и эта величина при 700—750 вольтахъ все-же соотвѣтствуетъ приблизительно 150 лош. силь. Моментальное выключеніе такой энергіи очевидно не можетъ обойтись безъ вреднаго искрообразованія. Сосредоточеніе такой силы тока при высокомъ напряженіи представляетъ неудобства не только для контроллера, но также и для изолированнаго кабеля, проводящаго эту energiю черезъ весь поѣздъ.

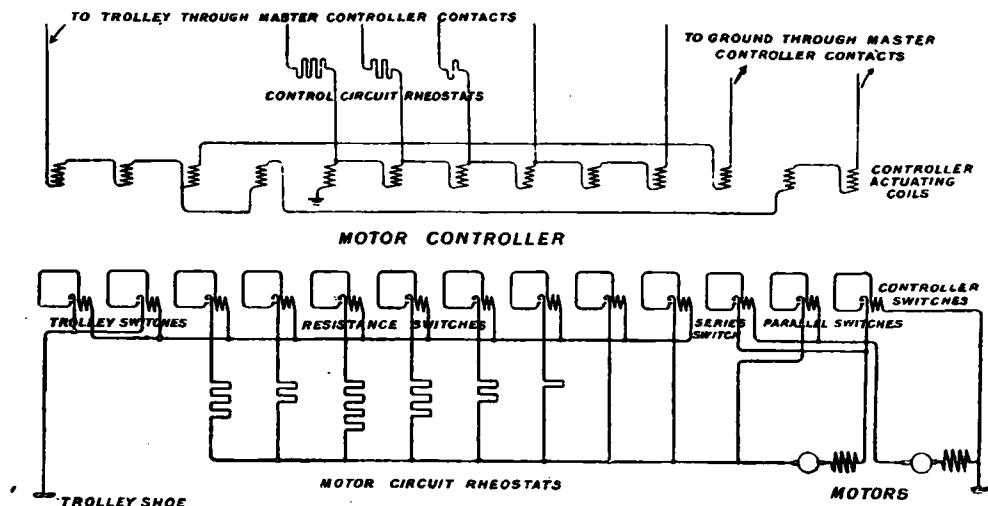
Затѣмъ, такое устройство предполагаетъ непре-

движеніе механически, отъ одного общаго регулятора. Въ этомъ случаѣ, какъ въ этомъ регуляторѣ, такъ и въ кабелѣ, соединяющемъ между собой вагоны поѣзда, будетъ проходить лишь небольшой токъ, нужный только для приведенія въ движеніе механизмовъ, вращающихъ контроллеры, а не для движенія всего поѣзда. Число и расположение вагоновъ-двигателей въ поѣздѣ при этомъ, очевидно, совершенно безразлично.

Мы опишемъ здѣсь три такихъ системы, у которыхъ контроллеры всѣхъ вагоновъ - двигателей управляются механически съ одного пункта поѣзда, именно: General Electric Co, Вестинггауза и Спрага. Въ системѣ Вестинггауза управление контроллерами происходитъ при помощи сжатаго воздуха, притокъ котораго регулируется электричествомъ, остальная двѣ системы—чисто электрическія.

Первая изъ этихъ системъ, General Electric Co^{*)} самая простая изъ описываемыхъ нами, заключается въ томъ, что въ каждомъ вагонѣ-двигатѣ

посылаемаго въ катушки ихъ магнитовъ тока, тѣ или другие замыкатели производятъ различные контакты проводовъ вагонной сѣти, осуществляя



To trolley through master controller contacts—къ троллею черезъ контакты платформенного регулятора.

To ground through master controller contacts—въ землю черезъ контакты платформенного регулятора.

Control circuit rheostats—сопротивленія для вспомогательныхъ токовъ.

Controller actuating coils—соленоиды, приводящіе въ дѣйствіе замыкателей.

Motor controller—совокупность замыкателей, замыкающихъ контроллеръ для данного вагона.

Trolley switches—замыкатели, включающіе главный токъ отъ троллея.

Resistance switches—замыкатели, включающіе сопротивленія.

Series switch—замыкатель соединяющій, двигатели посѣдовательно.

Parallel switches—замыкатели, соединяющіе двигатели параллельно.

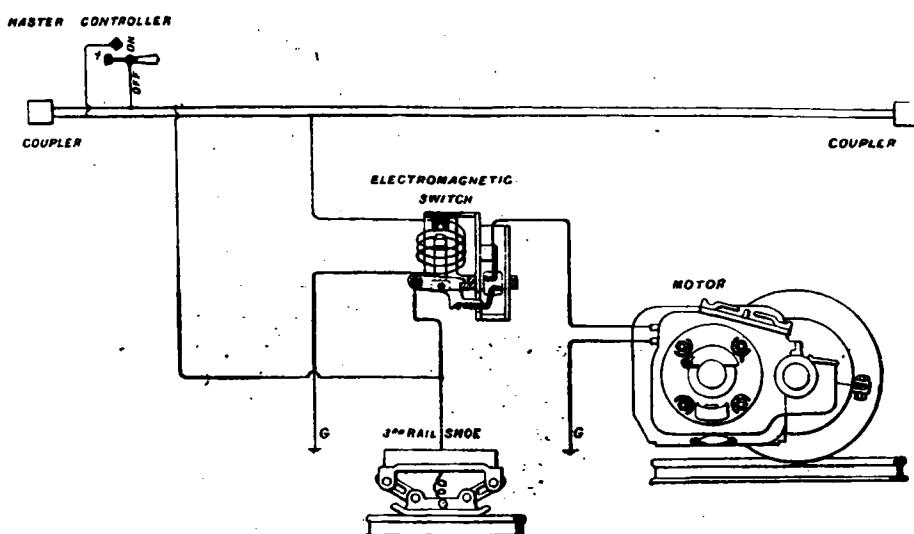
Controller switches—контакты замыкателей.

Trolley shoe—троллей или башмакъ для третьего рельса.

Motor circuit rheostats—сопротивленія для главныхъ токовъ.

Motors—двигатели.

Фиг. 2.



Master controller—платформенный регуляторъ.
off—} выключатель.
on—}

Coupler—соединитель.

Electromagnetic switch—электромагнитный замыкатель.
3rd rail shoe—башмакъ для третьего рельса или троллея.
Motor—двигатель.
G—земля.

Фиг. 3.

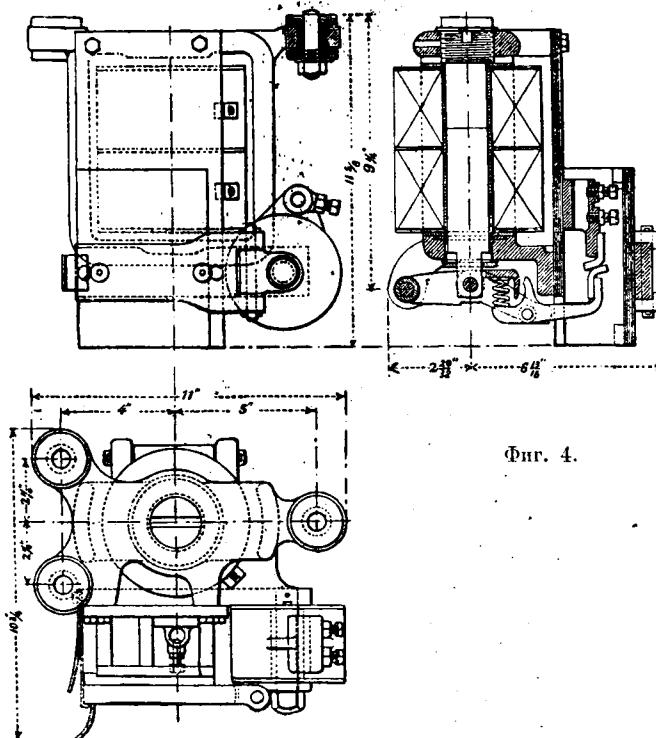
вмѣсто контроллеровъ имѣется группа особыхъ электромагнитныхъ замыкателей. Подъ дѣйствіемъ

такимъ образомъ совершенно такъ же, какъ и контроллеры, параллельное или послѣдовательное включение двигателей, а также включение въ цѣль разной величины сопротивленій.

*) Traction and Transmission, April 1901. Street Railway journal, October 1901.

Распределение тока въ ту или другую группу замыкателей каждого вагона производится съ помощью особыхъ регуляторовъ (фиг. 1), отли-

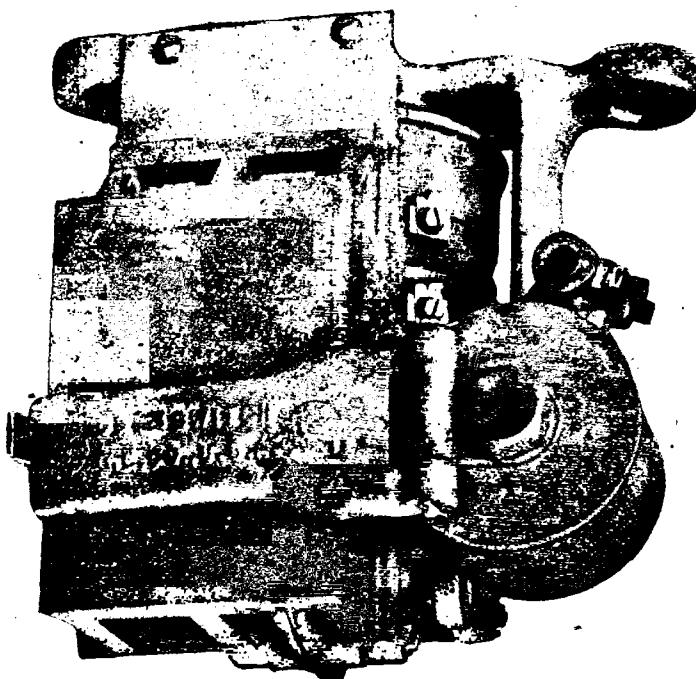
кабелемъ, проходящимъ черезъ весь поѣздъ. Отъ этого кабеля отвѣтвляются параллельно, и вполнѣ одинаково, провода къ катушкамъ замыкателей



Фиг. 4.

чающихся отъ обыкновенныхъ контроллеровъ меньшими размѣрами и болѣе простымъ устрой-

ствомъ. Этимъ путемъ достигается одновременное дѣйствіе однихъ и тѣхъ-

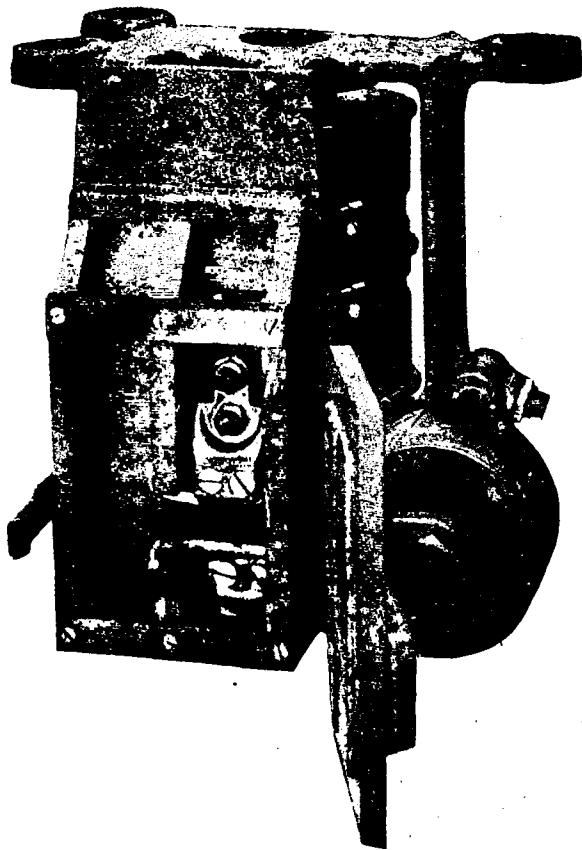


Фиг. 5.

ствомъ. Такие регуляторы помѣщаются на обоихъ концахъ поѣзда, на платформахъ, и соединяются

же замыкателей во всѣхъ вагонахъ, при управлении которымъ нибудь изъ регуляторовъ. Соеди-

ненія между собой двигателей и реостатовъ каждого вагона, при этомъ, соотвѣтствуютъ въ любой моментъ, вполнѣ точно, положенію рукоятки регулятора и, слѣдовательно, вполнѣ извѣстны машинисту. Фиг. 2 показываетъ схематическое дѣйствіе описываемой системы, а фиг. 3,—схему включенія замыкателя. На фиг. 2 верхняя часть, изображенія тонкими линіями, представляетъ собой цѣнь отвѣтвленныхъ вспомогательныхъ токовъ, проходящихъ черезъ катушки замыкателей всѣхъ вагоновъ. Нижняя часть, изображенная толстыми линіями, представляетъ собой, отдѣльную отъ первой, цѣнь главныхъ



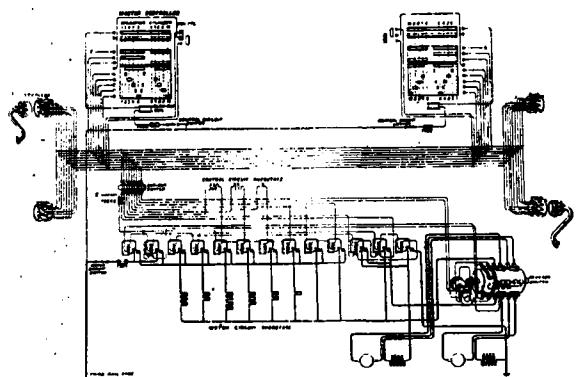
Фиг. 6.

токовъ каждого вагона, проходящихъ контакты 13 различныхъ замыкателей, изъ которыхъ положеніе двухъ лѣвыхъ опредѣляется включеніемъ главнаго тока, восьми среднихъ—размѣръ включенныхъ передъ двигателями сопротивлений, а три послѣднихъ включаютъ двигатели даннаго вагона послѣдовательно или параллельно. Изъ фигуры 3 ясно видно, что одна цѣнь, толстая, проходитъ непосредственно отъ третьяго рельса, или троллея, черезъ контактъ замыкателя и электродвигателей даннаго вагона въ землю. Другая же, отвѣтвленная цѣнь, общая для всѣхъ вагоновъ, отходитъ отъ кабеля и, проходя черезъ катушки разныхъ замыкателей, идетъ въ землю. Кабель-же соединяется также съ третьимъ рельсомъ или троллеемъ.

Электромагнитные замыкатели, какъ видно изъ

фиг. 4, 5 и 6, состоятъ изъ соленоида втягивающаго въ себя подъ дѣйствіемъ проходя, щаго въ немъ тока, желѣзный стержень; этотъ желѣзный стержень приподнимается, въ свою очередь, рычагъ съ имѣющимся на концѣ его особымъ контактнымъ пальцемъ. Прикосновеніемъ этого пальца къ другому, неподвижному, контакту и производится замыканіе тока. При прекращеніи тока въ катушкѣ соленоида, подъ дѣйствіемъ тяжести и особой пружины, стержень немедленно выпадаетъ, и kontaktъ прекращается; во избѣженіе появленія при этомъ дуги, всѣ замыкатели снабжены сильными магнитными искрогасителями.

Фиг. 7 изображаетъ общую схему соединенія регуляторовъ, замыкателей и двигателей, при чемъ, также, какъ въ схемѣ фиг. 2, тонкими линіями изображены токи, приводящіе въ движеніе замыкатели, а толстыми главный потокъ, отдѣльный для каждого вагона, приводящій въ дѣйствіе двигатели. На этой схемѣ, а также на фиг. 8



Master controller—платформенный регуляторъ.
Op rating cylinder—барабанъ для измѣненія скорости вагона.
Rev. cil.—барабанъ для измѣненія направлени хода.
Cougplers—соединители.
Blow-out coil—магнитный искрогаситель.
Control circuit switch—главный выключатель для вспомогательныхъ токовъ.
Fuse—предохранитель для вспомогательныхъ токовъ.
Cut-out switch—выключатель.
Control-circuit rheostat—сопротивленія для вспомогательныхъ токовъ.
Motor circuit switch—выключатель для главнаго тока.
Reverse switch—обратитель хода.
Motor-circuit rheostats—сопротивленія для главн. токовъ.
Third rail shoe—башмакъ для третьяго рельса или троллея.

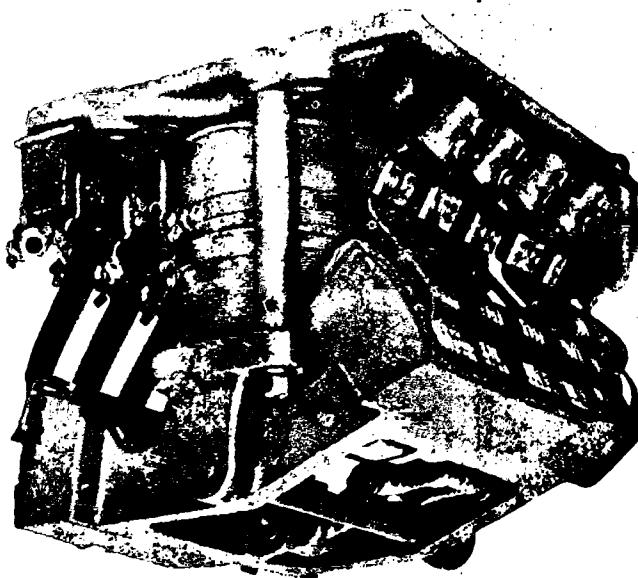
Фиг. 7.

показанъ также электромагнитный обратитель хода (reverse switch), предоставляющій изъ себя такой же цилиндръ съ контактами, какъ и всѣ обратители въ обыкновенныхъ контроллерахъ. Разница состоить только въ томъ, что, поворачиваніе этого цилиндра на задній или передній ходъ также производится втягиваніемъ стержня въ одинъ изъ двухъ соленоидовъ; этотъ стержень тянетъ за собой кривошипъ, насужденный на оси цилиндра обратителя. Направленіе тока въ тотъ или другой соленоидъ и, слѣдовательно, передній или задній ходъ поѣзда опредѣляется,

конечно, регуляторомъ черезъ посредство двухъ (левыхъ по схемѣ) замыкателей.

Кабели для вспомогательной цѣли каждого вагона кончаются особыми штепселями, оба же штепселя соседнихъ вагоновъ соединяются между

ніи, т. е., когда токъ въ двигателяхъ разомнутъ. При такомъ положеніи первой рукоятки, рукоятку перемѣнъ хода можно снять совсѣмъ, причемъ этимъ самымъ рукоятка скорости закрѣпляется неподвижно въ нулевомъ положеніи.



Фиг. 8.

собою особыми гибкими соединителями (фиг. 9) съ имѣющимися на ихъ концахъ коробками, надѣвающимися плотно на выступы штепселяй. Штепсели снабжены особыми пружинными крышками, закрывающими ихъ контактныя части, какъ только изъ нихъ вынуты концы соединителей. Циркулирующіе по кабелю токи, при напряженіи 550 вольтъ, имѣютъ весьма небольшую силу, какъ это показываетъ слѣдующая таблица:

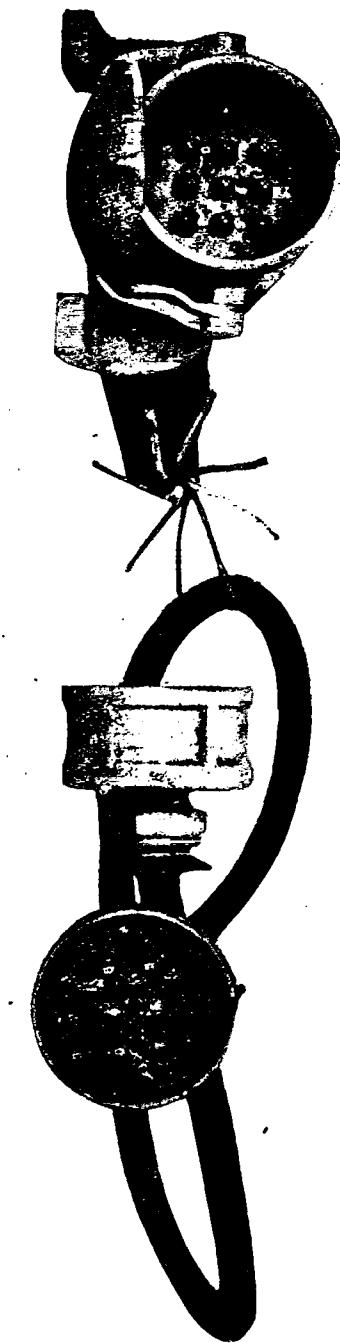
Положеніе рукоятки регулятора.	{	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		пускъ въ ходъ									послѣд. парал.

Сила тока

въ амп. 1,3; 2,4; 2,6; 2,7 2,4; 1,1; 2,3; 2,5; 2,9; 2

Указанныя силы тока приходятся на одинъ вагонъ, этотъ вагонъ былъ снабженъ двумя двигателями по 150 лош. силъ; такимъ образомъ, расходъ тока на управление, при этой системѣ, составляетъ всего 1—2% общаго расхода энергіи.

Къ приведенному описанію системы General Electric Co добавимъ, что отсутствіе тока въ двигателяхъ во время перемѣнъ хода вполнѣ обеспечивается самимъ устройствомъ регулятора. Этотъ регуляторъ, фиг. 1, имѣетъ также, какъ и всѣ контроллеры General Electric Co двѣ рукоятки: одну для измѣненія скорости, и другую для измѣненія хода вагона. Рукоятки эти механически связаны между собой такъ, что перевести вторую рукоятку, напр. съ передняго на задній ходъ, можно только въ томъ случаѣ, если рукоятка перемѣнъ скорости стоитъ въ нулевомъ положе-



Фиг. 9.

Въ силу этого, поѣздъ все время можетъ быть управляемъ только тѣмъ контроллеромъ, у котораго находится машинистъ съ единственной рукояткой перемѣнъ хода.

Кромѣ того, рукоятка скорости устроена еще такъ, что она сама возвращается силой пружины

съ любого угла поворота въ разомкнутое нулевое положение, какъ только машинистъ ее выпускаетъ изъ рукъ. Какъ мы видѣли раньше, при этомъ стержни всѣхъ замыкателей сейчасъ же выпадаютъ, и токъ во всѣхъ вагонныхъ цѣпяхъ прекращается.

Кромѣ описанныхъ приспособленій, имѣются еще обыкновенные главные и автоматические выключатели, которыми могутъ быть выключены изъ общей цѣни поѣзда отдѣльные вагоны.

Какъ ни проста система General Electric Co по своему замыслу, тѣмъ не менѣе, введеніе 13-ти магнитныхъ замыкателей на каждый вагонъ-двигатель нельзя признать особенно удачнымъ устройствомъ. Контроллеръ всегда представляеть самое чувствительное мѣсто во всемъ оборудованіи вагона и требуетъ непремѣнно солиднаго устройства и вполнѣ плотнаго и обеспеченнаго примыканія контактовъ; замыкатели, черезъ контакты которыхъ проходить главный токъ, очевидно, врядъ ли удовлетворяютъ этимъ условіямъ.

Поэтому, являемся весьма естественнымъ стремленіе другихъ конструкторовъ воспользоваться для главныхъ, двигательныхъ, токовъ обыкновеннымъ, или слегка измѣненнымъ, типомъ контроллера: различные же замыкатели и релѣ примѣняются лишь для регулированія силы, вращающей самый контроллеръ. При этомъ, очевидно, числомъ этихъ релѣ, предназначенныхъ для вспомогательныхъ токовъ, можетъ быть меньше, устройство проще и дѣйствіе надежнѣе, такъ какъ они замыкаютъ лишь сравнительно слабые токи.

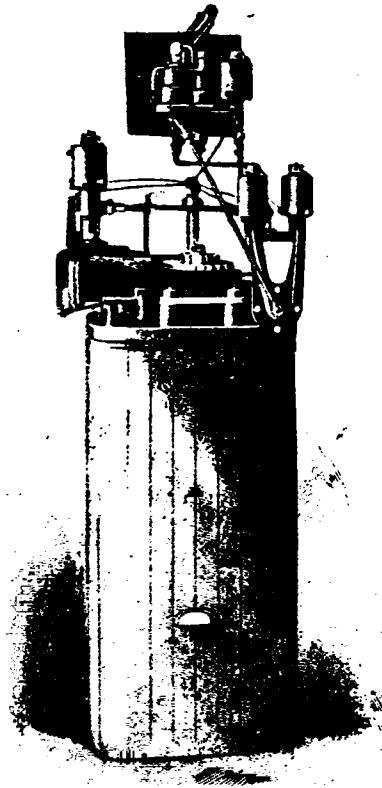
На такихъ принципахъ разработаны системы Вестинггауза и Спрага. Въ системѣ Вестинггауза *) соединеніе двигателей и ихъ спротивлений производится въ каждомъ вагонѣ обыкновенными контроллерами, барабаны же всѣхъ этихъ контроллеровъ синхронически поворачиваются силой сжатаго воздуха. Сжатый воздухъ пускается въ двигательные механизмы контроллеровъ черезъ особые электромагнитные краны, которые управляются электрическимъ токомъ невысокаго напряженія, получаемымъ отъ имѣющейся въ поѣздахъ небольшой аккумуляторной батареи.

На фиг. 10 изображенъ общій видъ контроллера и соединенія съ нимъ главнаго выключателя, оборудованныхъ по системѣ Вестинггауза, а на фиг. 11 верхняя часть контроллера съ электропневматическими приборами изображена отдѣльно.

Контроллеръ имѣеть, какъ обыкновенно, два барабана: главный и обратитель хода. Оси обоихъ этихъ барабановъ выступаютъ сверху надъ крышкой контроллера, и здѣсь приводятся въ движение, при посредствѣ передаточныхъ механизмовъ, поршневыми штоками цилиндровъ, подъ поршни которыхъ поступаетъ сжатый воздухъ.

Вращеніе главнаго барабана впередъ, т. е. въ направлении пуска въ ходъ и увеличенія скорости двигателей, производится слѣдующимъ образомъ.

На концахъ поршневаго штока, укрѣплены два шатуна, имѣющіе сильно загнутые крюками концы, какъ это вообще дѣлается у собачекъ. Эти шатуны толкаютъ своими крюками зубцы двухъ колесъ-храповиковъ, на саженъныхъ одно подъ другимъ на оси главнаго вала. Полному ходу поршня соответствуетъ передвиганіе колеса на одинъ зубецъ и соответственно съ этимъ барабанъ на одно дѣленіе. Затѣмъ сжатый воздухъ возвращается поршень обратно, причемъ собачки скользятъ по зубцамъ храповика. При слѣдующемъ поступлении воздуха подъ поршень, барабанъ снова тѣмъ же самымъ путемъ подвигается впередъ еще на одно дѣленіе и т. д. Такъ какъ, въ силу



Фиг. 10.

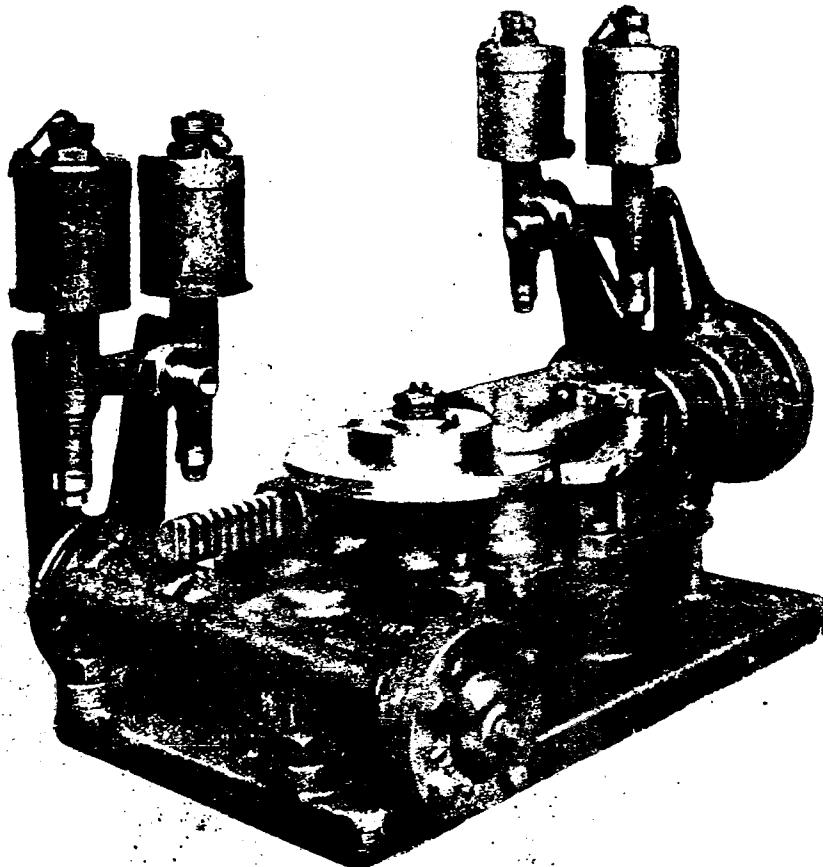
конструкціи контроллера, углы поворота между разными дѣленіями не одинаковы, то имѣются два шатуна и два храповика разнаго діаметра, которые и производятъ разные углы поворота при постоянномъ ходѣ поршня. Разумѣется, зубцы на этихъ храповикахъ расположены такъ, что каждый разъ работаетъ только одинъ изъ шатуновъ, другой же при этомъ прижимается съ помощью пружины къ гладкой цилиндрической поверхности второго колеса.

Такъ происходитъ вращеніе главнаго барабана впередъ; вращеніе же его въ обратномъ направлении производится впускомъ сжатаго воздуха подъ поршень другого цилиндра, расположеннаго рядомъ съ предыдущимъ. Продолженіемъ штока этого цилиндра является длинная, плоская кре-

*) Traction and Transmission, April 1901; Street Railway journal, October 1899.

мальерка, защипляющая своими зубцами за зубцы небольшой шестерни, насаженной подъ вышеупомянутыми храповиками, на общей съ ними оси главнаго барабана. Пока давленіе съ обѣихъ сторонъ

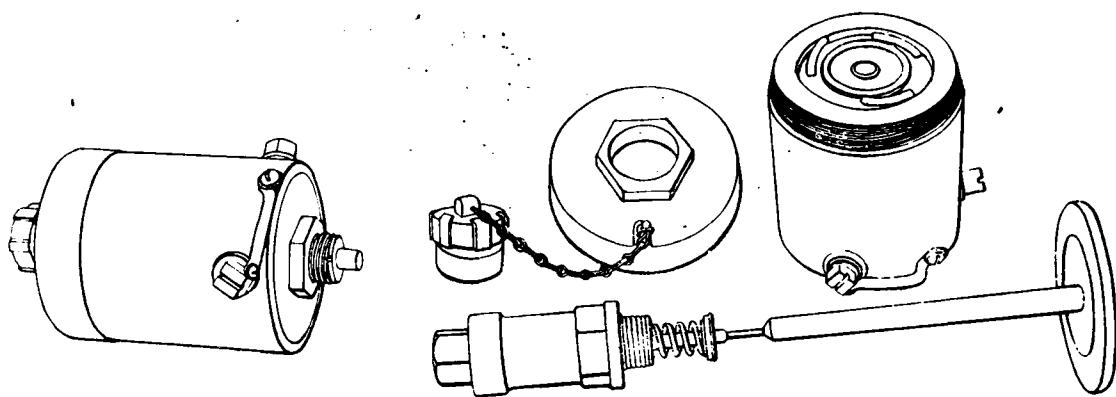
поворота всегда въ начальное разомкнутое положеніе, такъ какъ полный ходъ кремальерки соответствуетъ полному возможному повороту главнаго барабана.



Фиг. 11.

этого второго поршня одинаково, шестерня увлекаетъ при вращеніи вала своими зубцами кре-

мальерку и выдвигаетъ ее впередъ. Но какъ только сжатый воздухъ впущенъ въ цилиндръ, кремальерка, благодаря малому діаметру шестерни, быстро возвращается главный барабанъ съ любого угла



Фиг. 12.

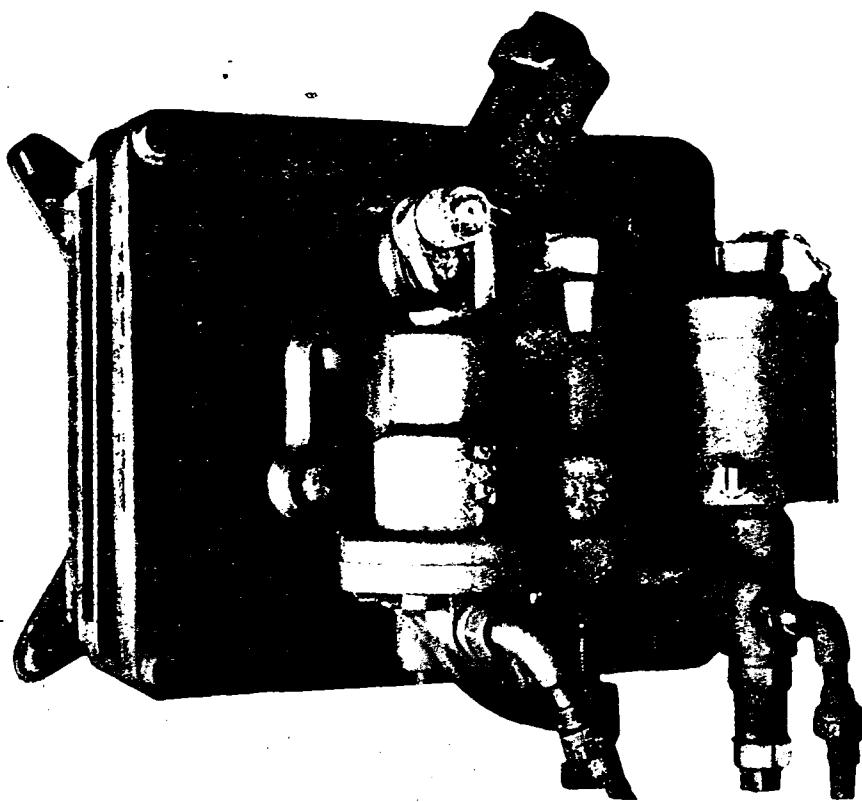
мальерку и выдвигаетъ ее впередъ. Но какъ только сжатый воздухъ впущенъ въ цилиндръ, кремальерка, благодаря малому діаметру шестерни, быстро возвращается главный барабанъ съ любого угла

послѣдовательными толчками отъ одного дѣленія къ другому, тогда какъ обратное движеніе производится, проходя быстро черезъ всѣ дѣленія къ начальному положенію. Это, какъ извѣстно, вполн-

не соответствует обычнымъ правиламъ управлѣнія контроллеромъ, имѣющимъ въ виду съ одной стороны постепенное увеличеніе скорости вагона, во избѣжаніе вредныхъ напряженій зубчатыхъ колесъ и вообще всего механизма вагона, и, съ другой стороны, требующихъ быстраго размыканія тока во избѣжаніе разрушительного дѣйствія на контроллеръ появляющейся при этомъ дуги.

Что касается до оси другого барабана контроллера,—обратителя хода,—то на ней также имѣется шестерня съ прилегающей плоской зубчаткой. Благодаря тому, что съ обоихъ концовъ этой

стоитъ изъ катушки, обхваченной снаружи и снутри стальными цилиндрическими стѣнками, соединяющимися внизу между собой въ одно цѣлое, такъ что катушка какъ бы лежитъ въ двойномъ стаканѣ съ U образнымъ сѣченіемъ стѣнокъ. Благодаря этому, наружная и внутренняя стѣнки представляютъ собой вверху два кольцевыхъ полюса электромагнита. Якорь изъ мягкаго жалѣза, который притягивается этими полюсами, представляетъ изъ себя плоскій дискъ, который поддерживается надъ полюсами электромагнита тремя листовыми пружинами, видными



Фиг. 13.

зубчатки имѣются воздушные цилинды, зубчатка при впускѣ сжатаго воздуха въ одинъ изъ нихъ вызываетъ поворотъ обратителя въ ту или другую сторону и этимъ самымъ перемѣнѣ хода. При всякой перемѣнѣ хода, разумѣется, предварительно выключается главный токъ способомъ, описаннымъ нѣсколько далѣе.

Такимъ образомъ, всѣ повороты контроллера осуществляются съ помощью сжатаго воздуха, послыаемаго подъ поршни разныхъ цилиндровъ. Одновременное распределеніе воздуха въ одинаковыхъ цилиндрахъ всѣхъ вагоновъ достигается специальными электромагнитными клапанами, общий видъ, которыхъ можно разсмотрѣть изъ фиг. 11, а отдельныя части изображены разобранными на фиг. 12. Электромагнитъ этого клапана со-

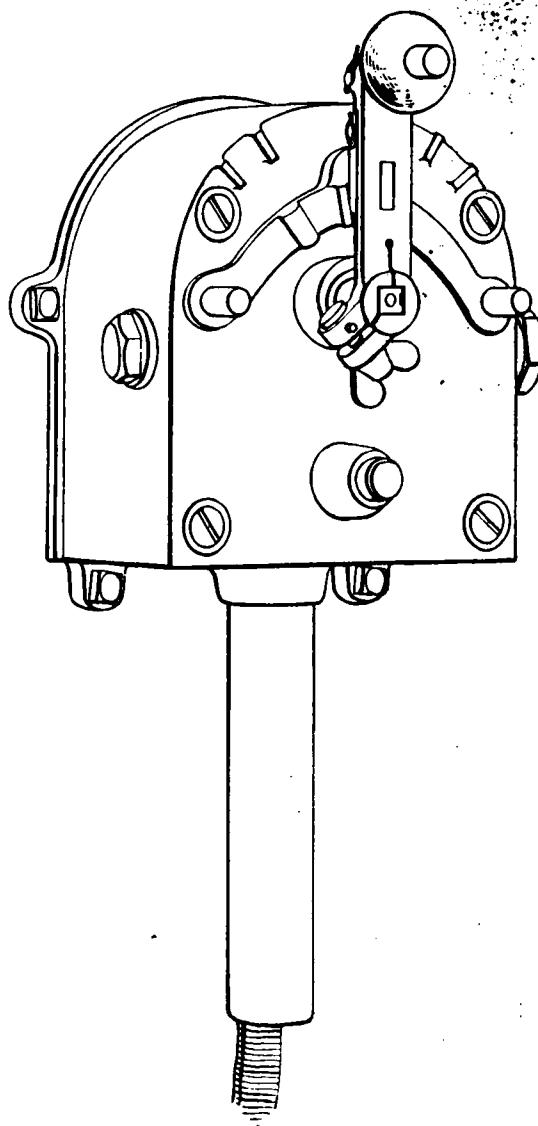
на фиг. 12. Когда токъ проходитъ черезъ катушку электромагнита, то дискъ, притягиваясь, опускается на пружинахъ и прикрепленнымъ къ нему вертикальнымъ стержнемъ надавливается на пружинный клапанъ воздушного цилиндра и впускается въ этотъ цилиндръ сжатый воздухъ. Немедленно по прекращеніи тока, листовая пружина приподнимаетъ дискъ и закрываетъ этимъ клапанъ.

Кромѣ контроллера, въ системѣ Вестинггауза, дѣйствиемъ сжатаго воздуха приводится также въ движение и главный выключатель, фиг. 13. Ручка этого выключателя поворачивается двумя, разной величины, цилиндрами для сжатаго воздуха. Большой цилиндръ служить исключительно для размыканія тока, причемъ сжатый воздухъ

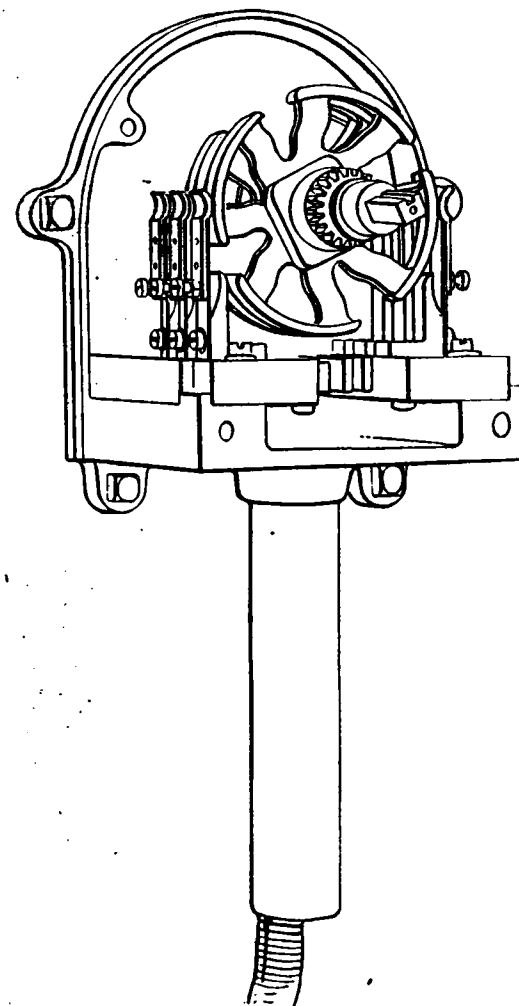
посыпается подъ его поршень непосредственно изъ вышеупомянутыхъ цилиндровъ барабана— обратителя въ контроллерѣ (фиг. 10). Вслѣдствіе этого, каждый разъ, какъ только сжатый воздухъ пускается въ эти цилинды для перемѣнъ хода, онъ всегда размыкается вмѣстѣ съ тѣмъ и главный выключатель. Для поворота же ручки выключателя обратно въ замкнутое положеніе слу-

чиаючи съемной рукоятки, причемъ токъ можетъ попасть въ клапаны только при надѣтой рукояткѣ. Поворотомъ этой рукоятки вправо или влѣво достигается ходъ поѣзда впередъ или назадъ. Для передняго хода имѣются только два дѣленія, соотвѣтствующія послѣдовательному и параллельному включенію двигателей.

При пускѣ въ ходъ машинистъ можетъ сразу поставить ручку въ любое изъ этихъ положеній, смотря по тому, какую онъ имѣеть въ виду развить скорость. Контроллеры всѣхъ вагоновъ, на-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

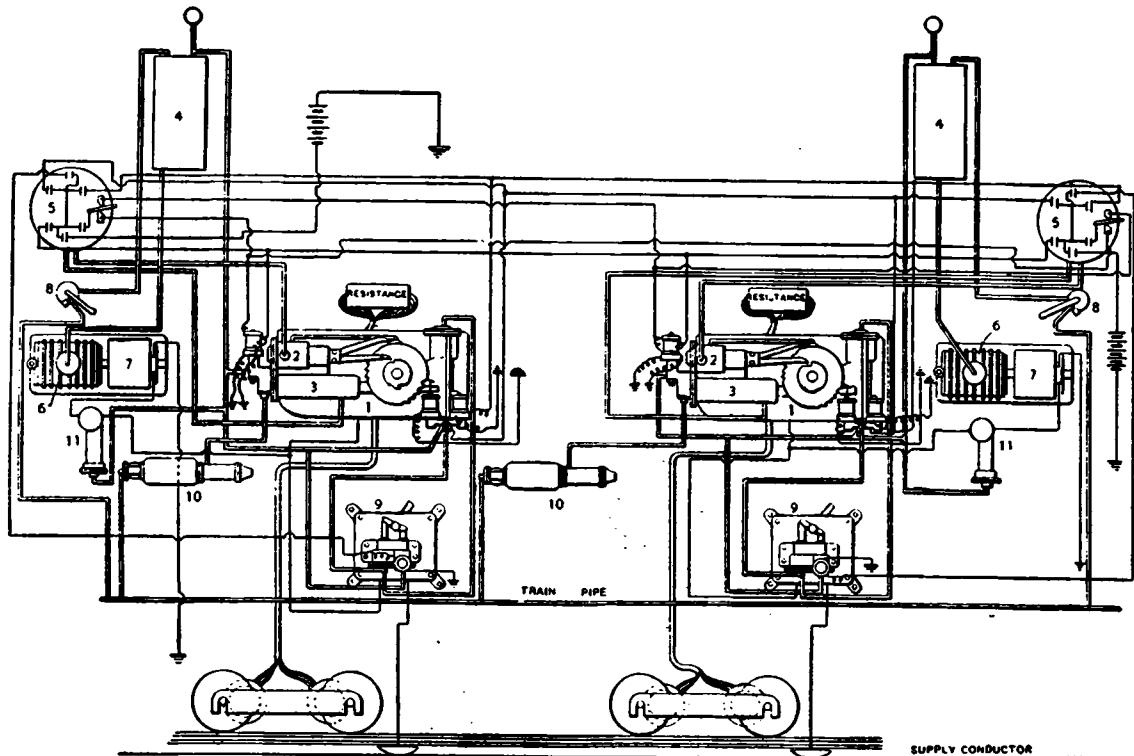
жить другой, малый цилиндръ выключателя, впускъ сжатаго воздуха въ который регулируется расположеннымъ съ нимъ рядомъ электромагнитнымъ клапаномъ (фиг. 13).

Какъ и въ предыдущей системѣ всѣ замыкатели, такъ и здѣсь электромагнитные клапаны на всѣхъ вагонахъ, управляются съ передней платформы поѣзда машинистомъ при помоціи особаго регулятора, общій видъ котораго изображенъ на фиг. 14, а внутреннее устройство на фиг. 15. Барабанъ этого регулятора поворачивается и здѣсь

чинаютъ послѣ этого, какъ описано было выше, мало-по-малу толчками подвигаться впередъ, не- переходя постепенно отъ большаго сопротивленія къ меньшему, и отъ послѣдовательного включения двигателей къ параллельному. При этомъ, если въ какой либо моментъ сила тока въ двигателяхъ возрастаетъ выше желательной нормы, то благодаря особому автоматическому клапану, контроллеры пріостанавливаютъ свое движение. Послѣ того, какъ сила тока спадетъ до нормальныхъ предѣловъ, всѣ контроллеры снова начинаютъ со-

вершенно синхронически двигаться впередъ, до окончательного послѣдовательного или параллельного соединенія, смотря по тому, которое изъ этихъ двухъ положеній занято рукояткой регулятора.

образомъ, поворачивая рукоятку регулятора взадъ и впередъ, и пользуясь тормазами, машинистъ можетъ любымъ образомъ измѣнять скорость поѣзда, при чмъ вредная величина ускоренія, напр. на крутыхъ подъемахъ, предупреждается

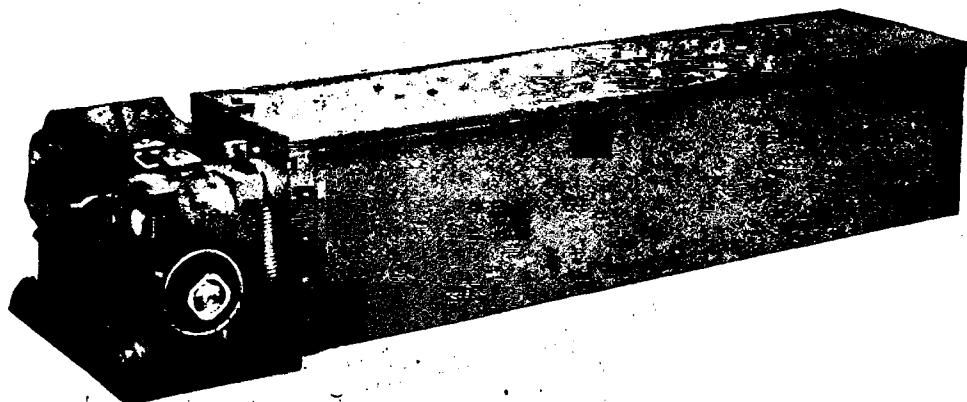


1—контроллеръ; 2—поршень для хода впередъ; 3—поршень для обратного хода; 4—резервуаръ для сжатаго воздуха; 5—платформенный регуляторъ; 6—воздушный насосъ; 7—двигатель воздушного насоса; 8—тормазной клапанъ; 9—выключатель; 10—тормазной цилиндръ; 11—регуляторъ давления; Resistance—реостаты; Train pipe—трубопроводъ; Supply conductor—рабочий проводъ.

Фиг. 16.

Если рукоятка регулятора будетъ повернута на задъ, въ среднее положеніе, то всѣ контроллеры, въ

вышеупомянутымъ клапаномъ, дѣйствующимъ при чрезмѣрно-большой силѣ тока.



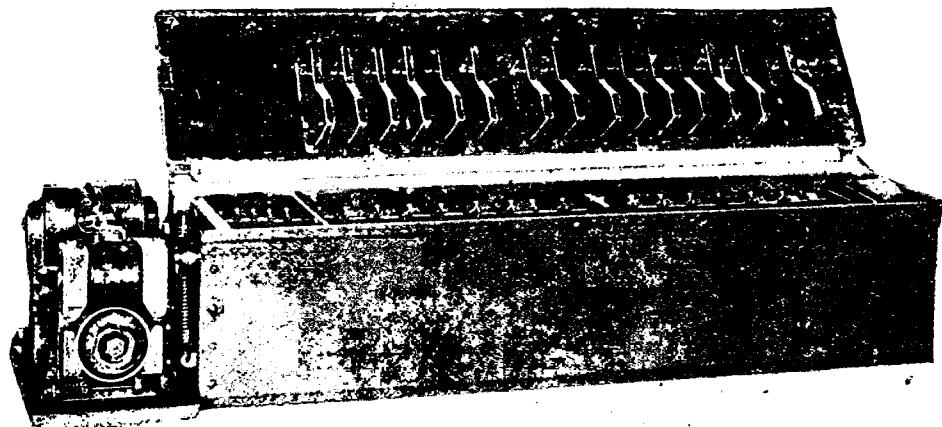
Фиг. 17.

какомъ-бы положеніи они ни находились въ этотъ моментъ, моментально поворачиваются своими кремальерками въ разомкнутое положеніе. Такимъ

токъ, посредствомъ котораго платформенный регуляторъ приводить въ движение электромагнитные клапаны для впуска въ цилинды сжатаго

воздуха, имѣеть въ системѣ Вестинггауза нѣвысокое напряженіе и получается отъ небольшой аккумуляторной батареи, помѣщающейся въ поѣздѣ, и заряжаемой во время его хода линейнымъ токомъ. Примѣненіе слабыхъ токовъ въ поѣздной линіи имѣеть свои преимущества въ смыслѣ безопасности при осмотрѣ аппаратовъ, или при-

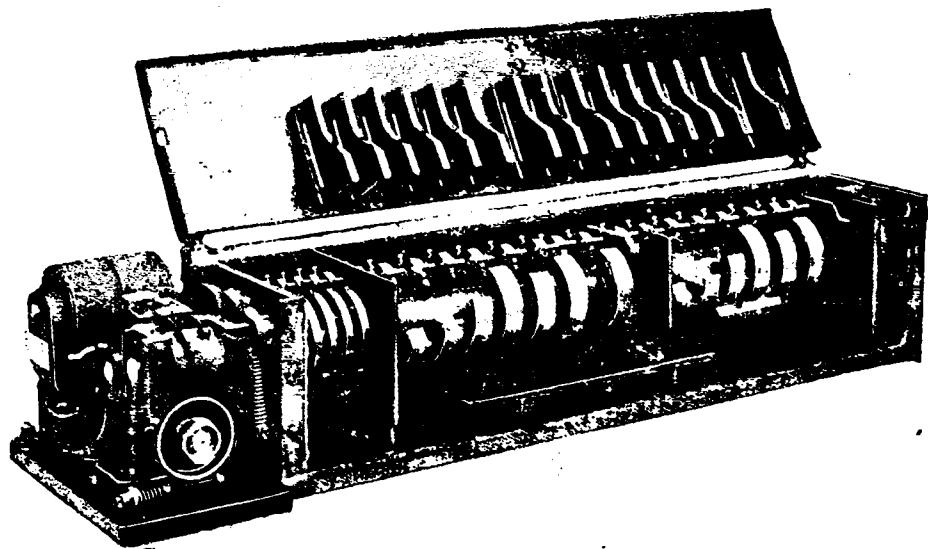
нейтральное положеніе, прекращающее доступъ тока въ двигатели. Важность такого приспособленія очевидна, напр. для случая разрыва поѣзда, гдѣ безъ этого одновременное дѣйствіе воздушныхъ тормазовъ и двигателей имѣло-бы весьма вредныя послѣдствія. Такъ-же какъ и съ тормазами, контроллеръ соединенъ съ выключателемъ и съ обра-



Фиг. 18.

соединеніи кабелей двухъ вагоновъ; затѣмъ вѣроятность вредной порчи изоляціи при этомъ менѣе и, кромѣ того, аппараты могутъ быть неревидимы независимо отъ линейного тока. Но за

тителемъ тока, такъ что, всякий разъ, когда токъ размыкается, или меняется включеніе якорей, контроллеръ непремѣнно возвращается въ нейтральное положеніе.



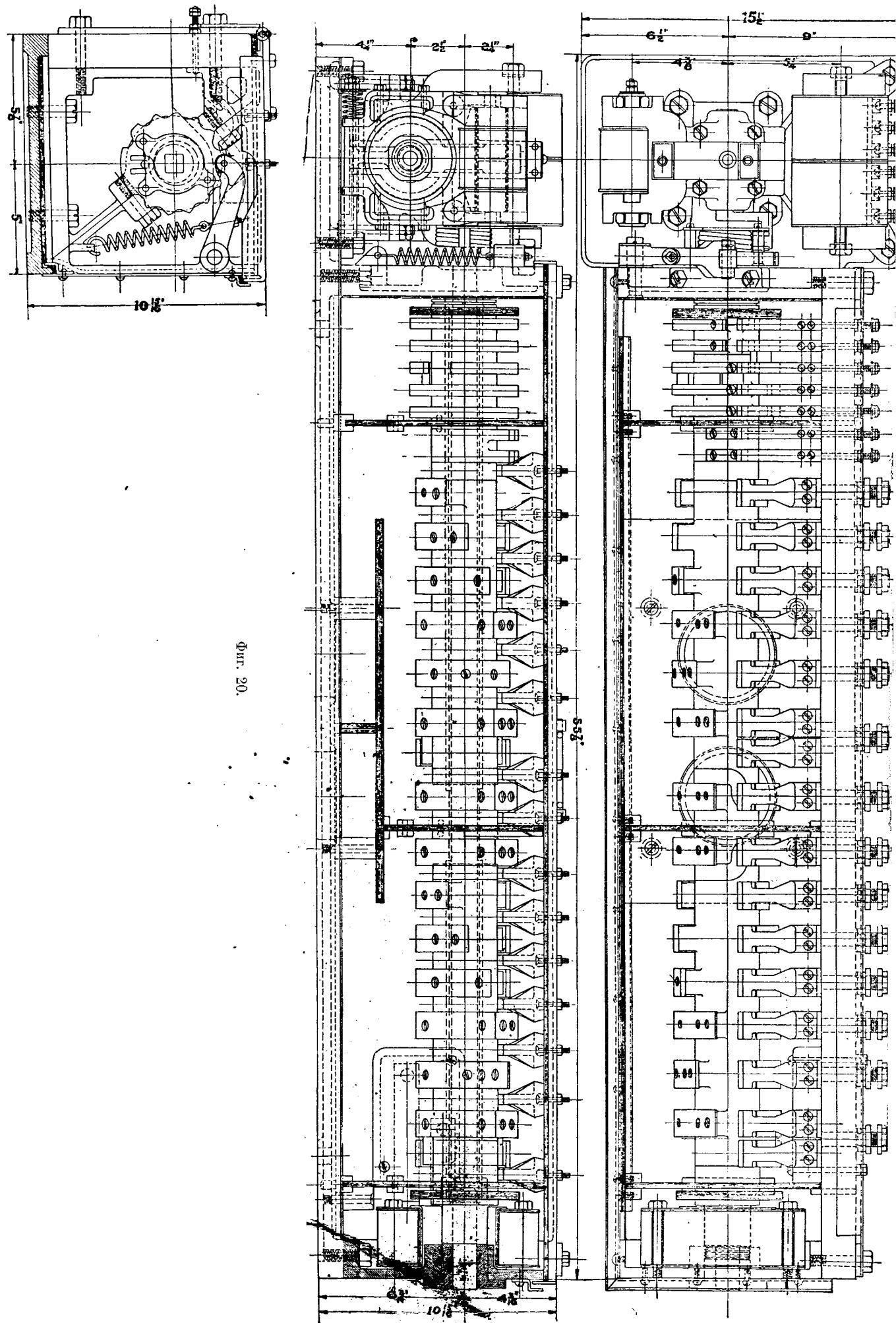
Фиг. 19.

то, конечно, всякия неплотности въ контактахъ имѣютъ гораздо большее значеніе, чѣмъ при употреблении токовъ высокаго напряженія.

Одно изъ главныхъ достоинствъ системы Вестинггауза состоитъ въ автоматической связи между контроллерами и воздушными тормазами. Именно, въ моментъ начала дѣйствія воздушныхъ тормазовъ, контроллеръ непремѣнно возвращается въ

Фиг. 16 изображаетъ общую схему системы Вестинггауза. Какъ видно изъ этой схемы, сжатый воздухъ накачивается въ особые резервуары посредствомъ воздушного насоса, приводимаго въ движение электродвигателями.

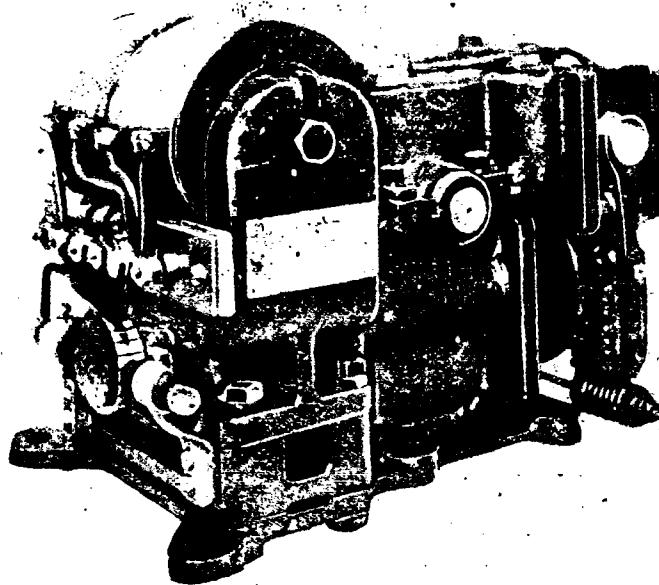
Обѣ только что описанныя системы, General Electric Co и Вестинггауза, представляютъ собой лишь упрощеніе примѣненіе разныхъ отдѣль-



Фиг. 20.

ныхъ принциповъ, совокупность которыхъ составляетъ первую по времени изобрѣтенія и вмѣстѣ съ тѣмъ самую разработанную систему соединенія

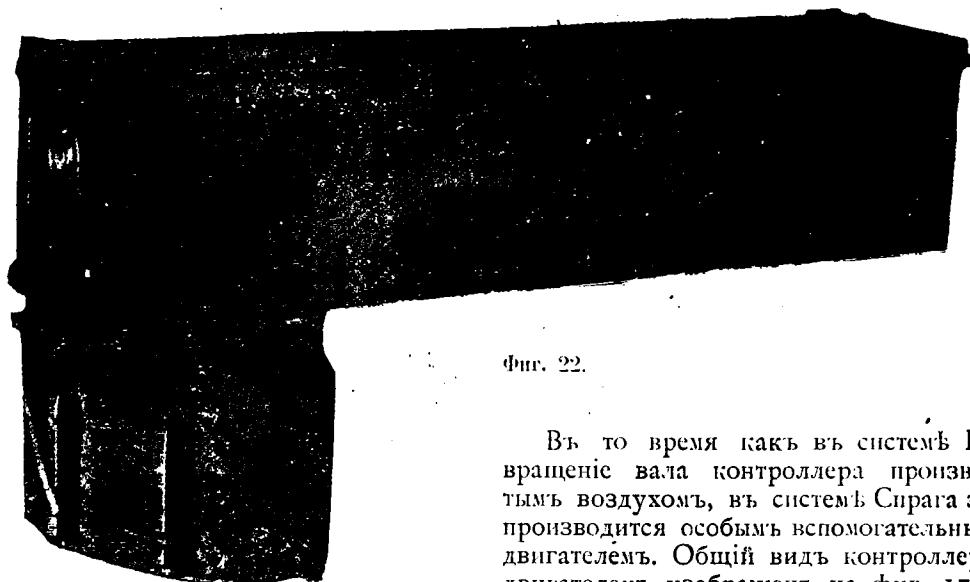
между собою и съ сопротивленіями производится въ системѣ Спрага вращеніемъ барабана контроллера; что касается до барабана переменнаго



Фиг. 21.

вагоновъ-двигателей въ поѣзда, именно, систему Спрага *). Хотя, такимъ образомъ, система Спрага и является какъ-бы прототипомъ двухъ описан-

хода, то онъ выдѣленъ въ отдѣльный отъ контроллера приборъ, который мы будемъ, какъ и прежде, называть обратителемъ.



Фиг. 22.

ныхъ системъ, мы находимъ все-же болѣе удобнымъ изложить ея описание самыемъ послѣднимъ, такъ какъ пониманіе принциповъ ея устройства значительно облегчается знакомствомъ съ системами General Electric Co и Вестинггауза.

Какъ и въ системѣ Вестинггауза, непосредственное соединеніе двигателей каждого вагона

въ то время какъ въ системѣ Вестинггауза вращеніе вала контроллера производится сжатымъ воздухомъ, въ системѣ Спрага это вращеніе производится особымъ вспомогательнымъ электродвигателемъ. Общий видъ контроллера вмѣстѣ съ двигателемъ изображенъ на фиг. 17, 18, 19 и 20, а вспомогательный двигатель отдѣльно на фиг. 21. Какъ видно изъ этихъ снимковъ и чертежей, контроллеръ помѣщается въ закрытомъ герметически ящики, снаружи этого ящика помѣщается электродвигатель, приводящій контроллеръ въ движение при посредствѣ пружины и храповика.

Электромагниты этого вспомогательного двигателя имѣютъ двѣ обмотки; смотря по тому, по которой изъ нихъ идетъ токъ, контроллеръ подви-

гаются впередъ или назадъ. Съ этими обмотками включается послѣдовательно особая спираль, втягивающая въ себя собачку, предназначенную для пріостановки двигателя и, слѣдовательно, контроллера, какъ только по этой спирали прекращается токъ.

Обратитель хода вагона, заключенный въ такой-же ящикѣ, какъ и контроллеръ, приводится въ движение, такъ-же какъ и въ системѣ General Electric Co^o погружениемъ одного изъ двухъ желѣзныхъ стержней въ соленоидъ подъ дѣйствиѳмъ тока (фиг. 22, 23 и 24). Черезъ посредство осо-

Совершенно также, какъ въ описанной системѣ General Electric Co^o, главные двигатели управляются 13-ю электромагнитными замыкателями въ системѣ Спрага, 5 замыкателей или релѣ управляютъ ходомъ вспомогательного двигателя. При этомъ однако токъ, проходящій черезъ ихъ контакты въ обмотки вспомогательного двигателя имѣеть хотя и линейное напряженіе, но за то вѣсма небольшую силу, сравнительно съ токомъ, проходящимъ черезъ контакты замыкателей въ системѣ General Electric Co^o, приводящимъ въ движение главные двигатели.



Фиг. 23.

баго кривошипа сильная пружина всегда вращаетъ обратитель въ среднее, нейтральное положеніе, какъ только токъ въ соленоидахъ прекращается; при этомъ нейтральномъ положеніи главный токъ въ вагонныхъ двигателяхъ тоже размыкается.

Цѣль этого главнаго тока проходить отъ провода (черезъ троллей или башмакъ отъ третьаго рельса) въ контакты обратителя, затѣмъ контроллера и далѣе черезъ сопротивленіе и главные двигатели въ землю, будучи такимъ образомъ вполнѣ независимой отъ всѣхъ прочихъ цѣлей въ поѣздѣ и отдѣльной для каждого вагона.

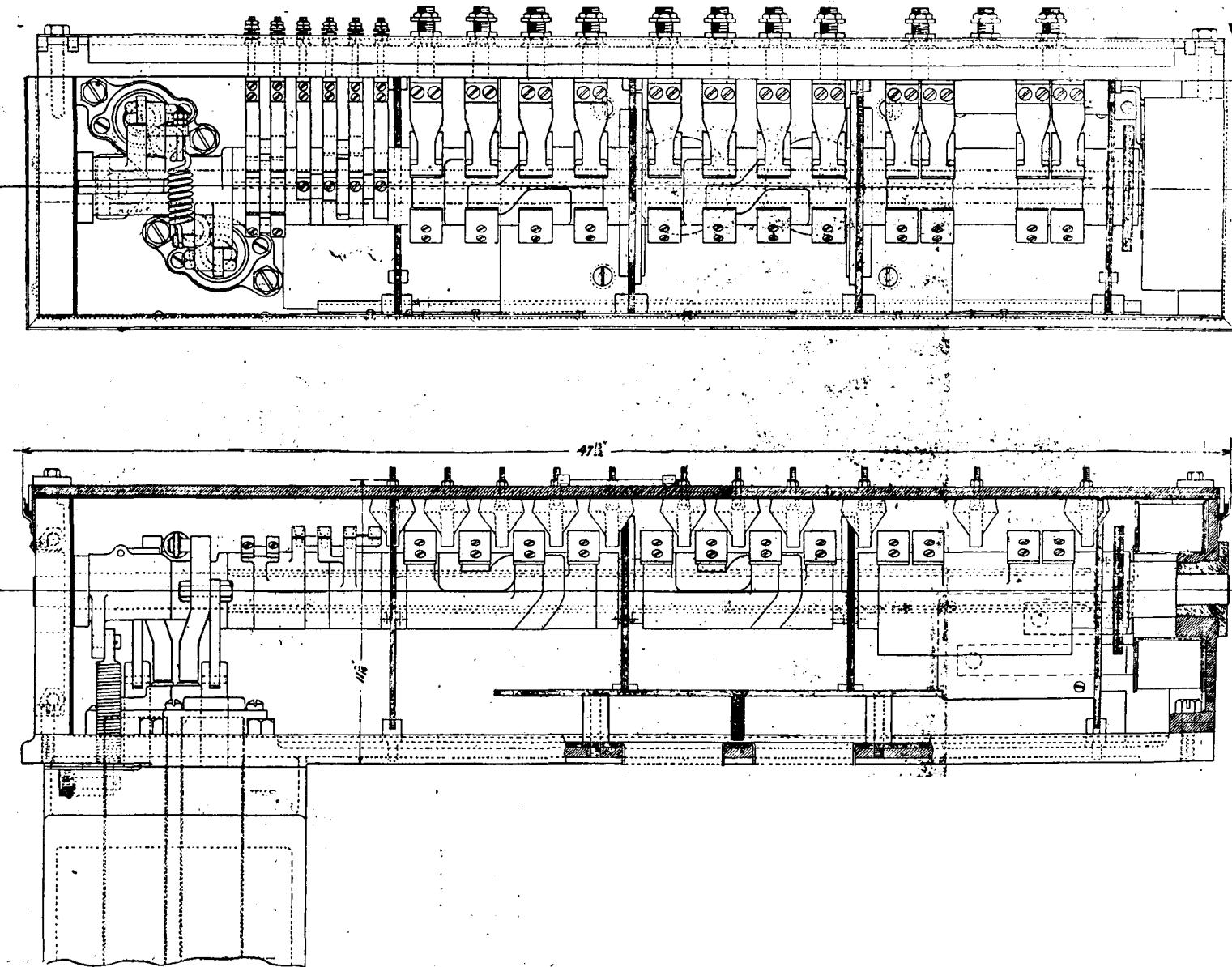
Что касается до вспомогательнаго электродвигателя, вращающаго контроллеръ, то онъ приводится въ движение токомъ, отвѣтленнымъ отъ того-же контактнаго провода (или третьаго рельса), но образующимъ другую, также вполнѣ самостоятельнѣ замкнутую, цѣль для каждого отдѣльнаго вагона.

Пять релѣ, управляющихъ ходомъ вспомогательнаго двигателя, можно раздѣлить на три группы. Первую группу составляютъ два релѣ, приводящихъ вспомогательный двигатель въ движение впередъ; слѣдовательно, при ихъ замыканіи токъ посыпается въ первую изъ двухъ вышеупомянутыхъ обмотокъ вспомогательнаго двигателя. Одно изъ этихъ релѣ, «series», вращаетъ вспомогательный двигатель до тѣхъ поръ, пока контроллеръ не выключить всѣхъ сопротивленій и не соединить двигатели между собой послѣдовательно; замыканіе второго релѣ, „multiple“, точно также постепенными толчками вспомогательнаго двигателя доводитъ контроллеръ до параллельнаго соединенія двигателей. Третье релѣ, „throttle“, имѣеть своимъ специальнымъ назначеніемъ пріостанавливать вращеніе вспомогательнаго двигателя и вмѣстѣ съ нимъ контроллера впередъ. При его замыканіи, токъ, приходящій черезъ вспомогательный электродвигатель и спираль, прекращается, вслѣдствіе чего контроллеръ пріостанавливается собачкой въ тотъ моментъ и въ томъ положеніи, въ которомъ его захватило это замыканіе.

Наконецъ послѣдніе два релѣ возвращаютъ контроллеръ назадъ, пуская токъ въ соответствующую обмотку вспомогательнаго двигателя. Одно изъ нихъ, называемое «coast», соотвѣт-

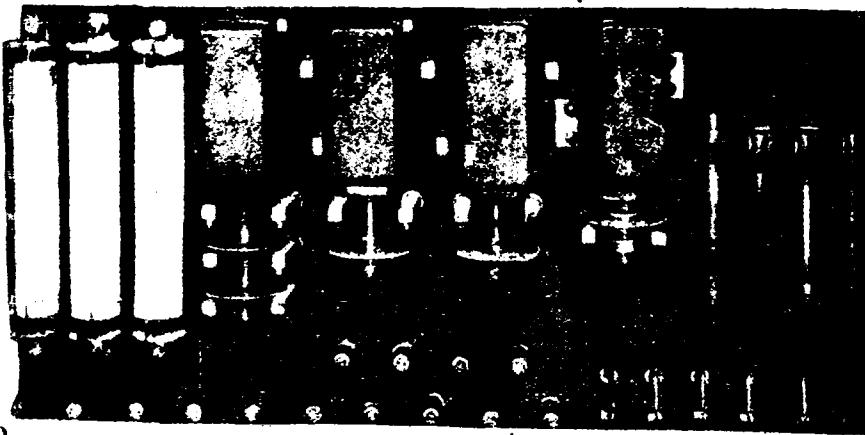
Фиг. 24.

Angular movement—уголъ поворота.



ствует движению вагоновъ подъ уклонъ безъ помощи тока и часто соединяется въ одно съ другимъ релѣ, называемымъ *automatic-stop*; это послѣднее релѣ возвращается всегда контроллеръ въ разомкнутое положеніе, если обратитель становится въ среднее положеніе.

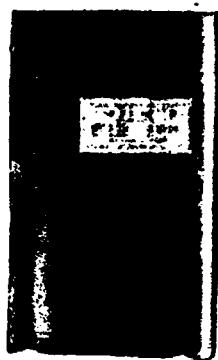
чительно силой главнаго тока двигателя, пребывающаго черезъ обмотку катушки этого релѣ. Наконецъ, пятое релѣ, *„automatic stop“*, производить возвращеніе контроллера назадъ, или по желанію машиниста, или самостоятельно, какъ было упомянуто выше.



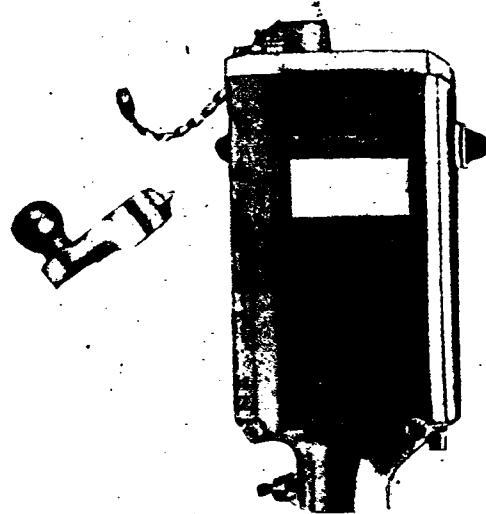
Фиг. 25.

Каждое релѣ (фиг. 25) состоитъ изъ катушки втягивающей въ себя стержень съ помѣщеннымъ внизу его дискомъ, который, поднимаясь, касается двухъ контактныхъ пальцевъ. Дискъ *„throttle“*

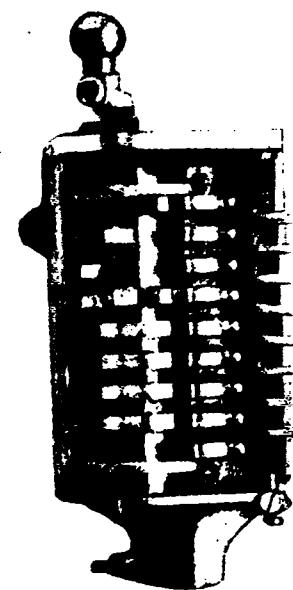
машинистъ посылаетъ токъ въ катушки релѣ, а также въ катушки соленоидовъ обратителя, посредствомъ платформенного регулятора, изображеннаго на фиг. 26 и 27. Этотъ платформенный



Фиг. 26а.



Фиг. 26б.



Фиг. 26с.

дѣлается изъ серебра или платины. Релѣ *„automatic stop“* имѣть два диска. Всѣ эти релѣ укрѣпляются на особой вертикальной доскѣ вмѣстѣ съ плавкими предохранителями.

Три релѣ: *series*, *multiple* и *coast* приводятся въ замыкание токомъ, посыпаемымъ въ катушки ихъ электромагнитовъ машинистомъ; положеніе

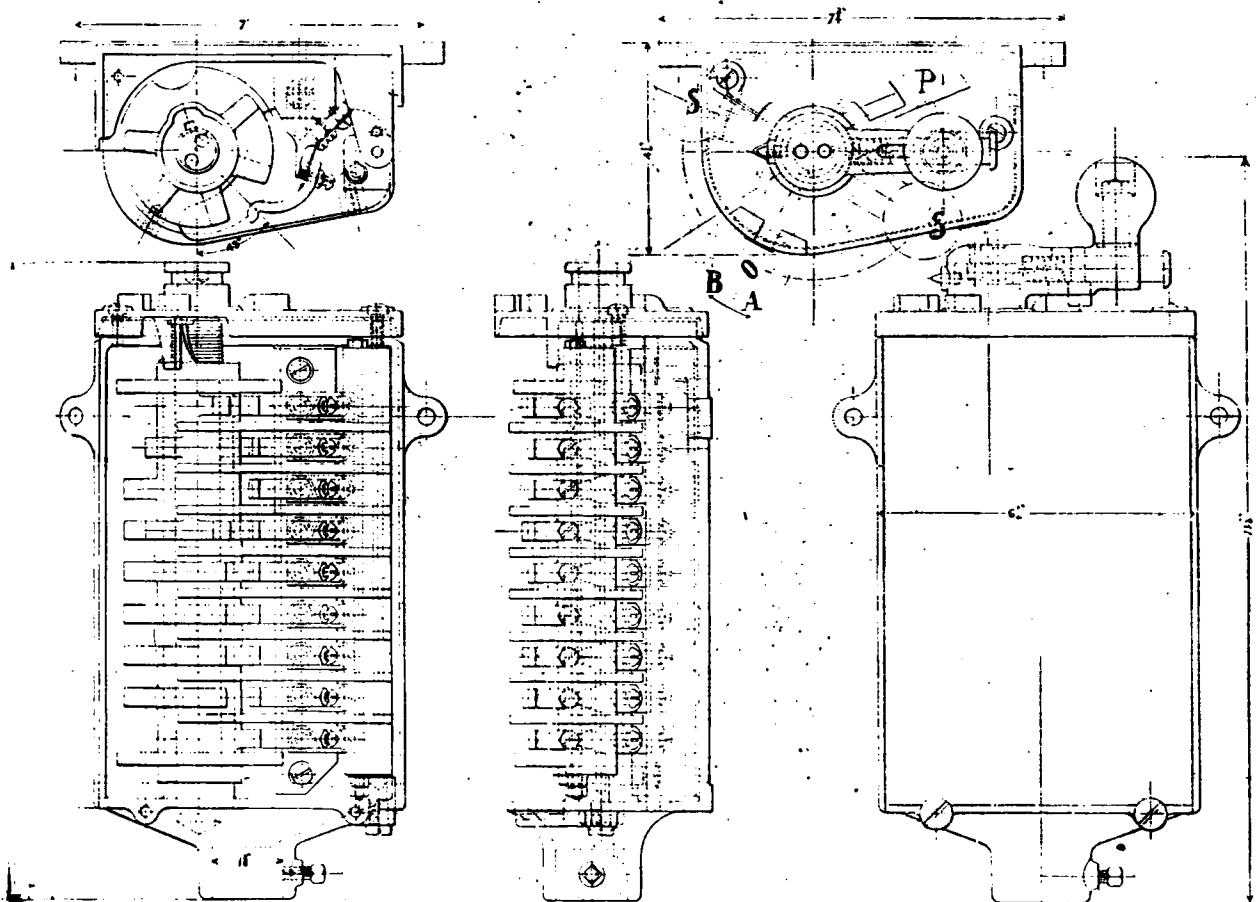
регуляторъ весьма напоминаеть, какъ по своей конструкціи, такъ и по своему назначенію, такой же регуляторъ General Electric Co. Его рукоятка имѣть одно нейтральное положеніе, соответствующее разомкнутому току, въ которое она постоянно возвращается силой пружины, какъ только ее отпустить машинистъ, затѣмъ три (или два) положенія для хода поѣзда впередъ: послѣдователь-

ное, параллельное и соответствующее спуску подъ
уклонъ, („coast“) и, наконецъ, одно для хода на-
задъ, соответствующее послѣдовательному соеди-
ненію, т. е. половинной скорости.

Замѣтимъ здѣсь, что, согласно описанному, не существуетъ никакого электрическаго или какого-либо иного соединенія между платформеннымъ регуляторомъ и главнымъ контроллеромъ. Платформенный регуляторъ соединяется только съ катушками первыхъ трехъ рельо и съ двумя катушками соленоидовъ обратителя, образуя такимъ образомъ третью цѣнь въ вагонѣ, совершенно

тушки первыхъ трехъ релѣ и соленоидовъ обр-
атителя, такъ что любымъ изъ платформенныхъ
регуляторовъ можно одинаково посыпать токъ въ
такія катушки всѣхъ вагоновъ. Токи эти, конечно,
несколько слабы и поэтому концы кабеля между
отдельными вагонами можно вполнѣ надежно
соединять точно такими же соединителями, какіе
были описаны и изображены ранѣе для системы
General Electric Co (фиг. 9).

Общая схема всѣхъ токовъ въ поѣздѣ изображена на фиг. 28 и 29, схемы же включения реле изображены отдельно на фиг. 30 и 31, причемъ



8- последовательное соединение: О—отсутствие тока; Р—параллельное соединение; В—ходъ внизъ; А—ходъ впередъ.

FIG. 27.

отдельную отъ вышеописанныхъ двухъ цѣпей для главныхъ и для вспомогательного двигателя. Такимъ образомъ передвиженіе платформенного регулятора можетъ лишь косвенно вызывать передвиженіе главного контроллера, и то лишь при извѣстныхъ условіяхъ, какъ это будетъ пояснено далѣ.

Наконец, согласно основному принципу всей системы, все платформенные регуляторы соединяются между собой кабелем, проходящим через весь поезд. К этому же кабелю параллельно во всех вагонах, присоединяются ка-

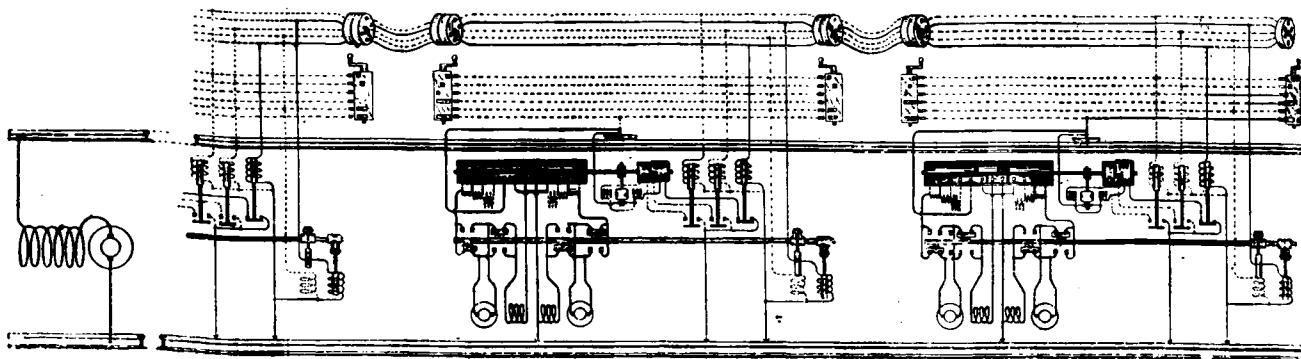
фиг. 30 отличается от фиг. 31 тем, что въ постѣдней опущено реле „coast.“

Обыкновенно, при трогании съ места, машинистъ ставить рукоятку регулятора на положеніе малой скорости впередъ. Изъ фиг. 30 видно, что въ такомъ случаѣ одна часть тока направляется изъ башмака третьаго рельса (shoe) черезъ платформенный регуляторъ (master switch) въ одну изъ обмотокъ обратителя (reverser coils) и ставить его на передній ходъ. Далѣе токъ направляется въ сегменты маленькаго коммутатора (clips on reverser), имѣющагося на валу обратителя,

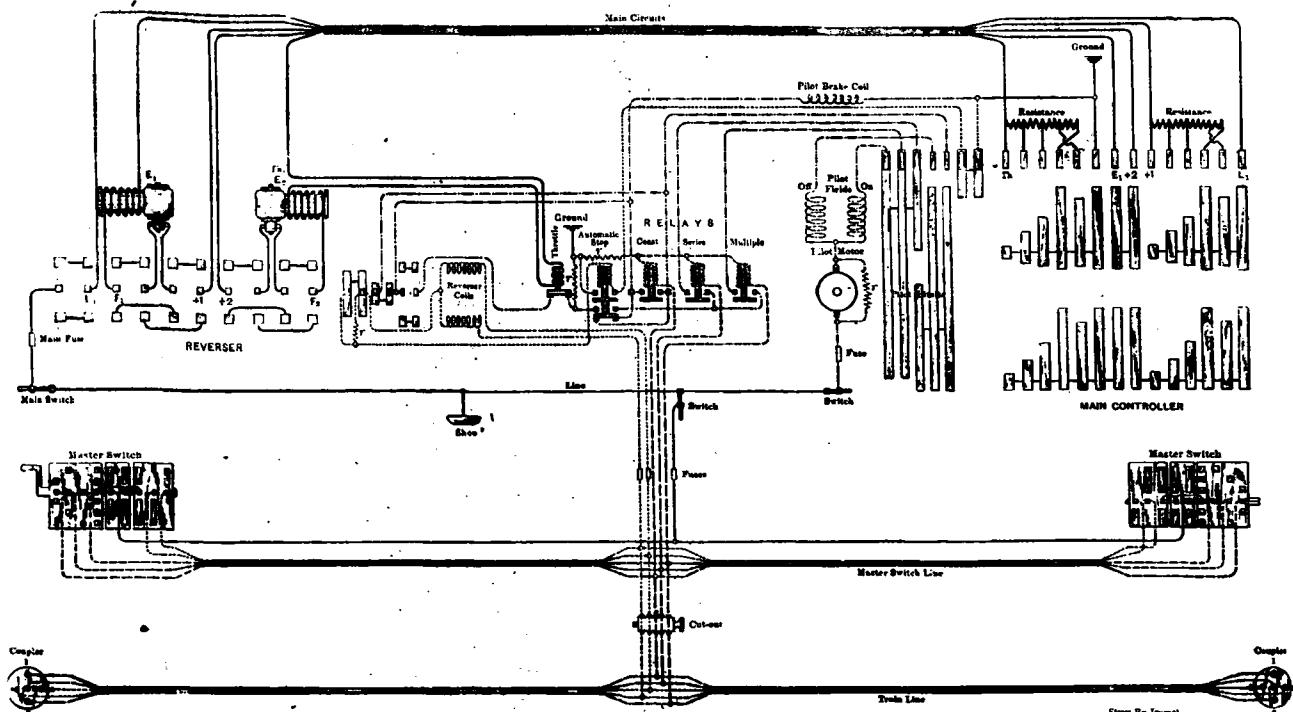
въ обмотку реле *automatic stop*, втягивая его стержень, затѣмъ идетъ въ землю, черезъ сегментъ «*by pass*», находящійся на валу главнаго контроллера и замыкаемый только при начальномъ положеніи контроллера.

Другая часть тока идетъ отъ башмака, тоже черезъ платформенный регуляторъ (*master switch*) въ обмотку реле *series*, и подымая это реле, проходитъ въ землю.

Наконецъ, третья часть тока идетъ отъ башмака



Фиг. 28.



Main circuits—кабель для главныхъ токовъ (двигательныхъ).
Pilot Brake Coil—сolenoidъ собачки, останавливающей движение вспомогательного двигателя.

Ground—земля.

Resistance—сопротивленіе.

Throttle—реле, положеніе котораго зависитъ отъ силы тока въ главныхъ двигателяхъ и приостанавливающее движение контроллера впередъ.

Automatic Stop реле, возвращающее контроллеръ въ разомкнутое положеніе.

Relays—реле:

Coast—для холостого вращенія двигателей при движении поезда подъ уклонъ.

Series—для последовательного соединенія двигателей.

Multiple—для параллельного соединенія двигателей.

Pilot Fields—обмотки электромагнитовъ вспомогательного двигателя.

Off—обмотка, заставляющая вспомогательный двигатель вращать контроллеръ назадъ.

On—тоже—впередъ.

Pilot motor—вспомогательный двигатель.

Pilot limits—сегменты контроллера, управляющіе вспомогательнымъ двигателемъ.

Reverse—обратитель хода.

Main fuse—предохранитель для главныхъ токовъ.

Main Switch—выключатель для главныхъ токовъ.

Main controller—контроллеръ, приводимый въ движение вспомогательнымъ двигателемъ.

Master switch—платформенный регуляторъ.

Line—кабель соединяющій платформы, регуляторъ.

Coupler—соединители.

Train Line—кабель, соединяющій регуляторы и реле во всѣхъ вагонахъ поезда.

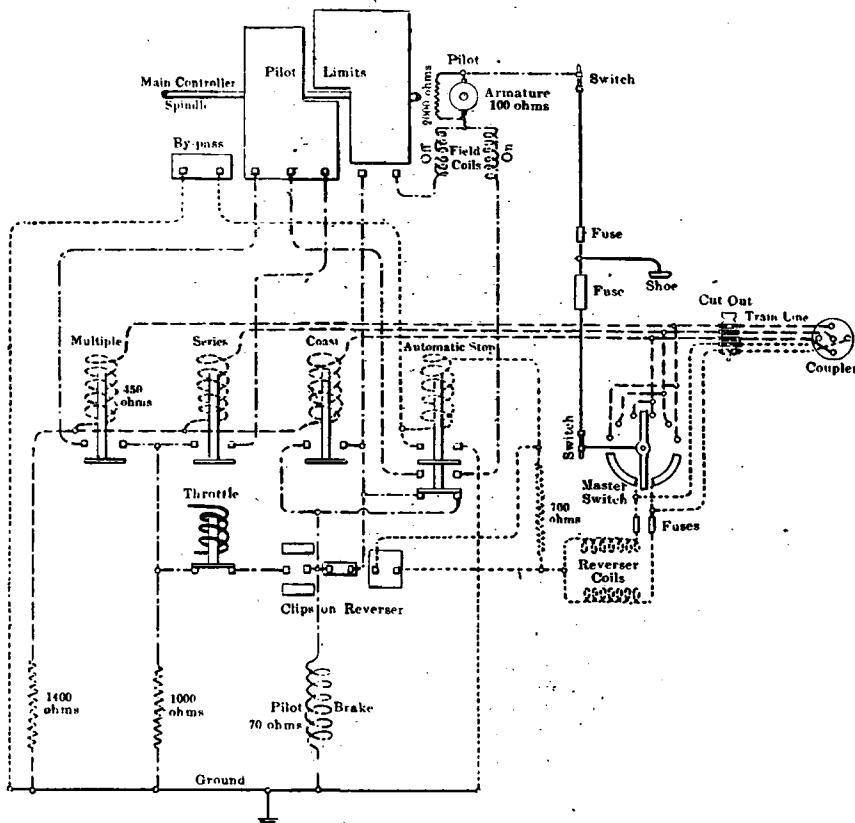
Cut-out—выключатель для отдельного вагона.

Фиг. 29.

(shoe) черезъ предохранитель (fuse) и выключатель (switch) въ вспомогательный двигатель (pilot) проходить ту его обмотку («оп»), которая соотвѣтствуетъ движенію контроллера впередъ, отсюда направляется далѣе черезъ контакты поднятаго релѣ «automatic stop» въ маленькой контроллеръ вспомогательного двигателя (pilot limits), составляющій продолженіе вала контроллера главныхъ двигателей. Изъ этого контроллера токъ проходитъ въ контакты поднятаго релѣ «series», отсюда

Это вращеніе вспомогательного двигателя увлекаетъ главный контроллеръ, переводя его съ помощью пружины толчками впередъ отъ одного положенія къ другому, уменьшая постепенно величину сопротивленій передъ. послѣдовательно включеными главными двигателями.

Еслибы во время этого движенія сила тока въ главныхъ двигателяхъ увеличилась бы выше желаемаго предѣла, этотъ токъ поднялъ бы и разомкнулъ релѣ throttle. Благодаря этому пре-



Main Controller Spindle — ось барабана контроллера.
Pilot Limits — часть контроллера для управления вспомогательнымъ двигателемъ.

Pilot — вспомогательный двигатель.

Armatur 100 ohms — якорь (сопротивленіе = 100 омъ).

Switch — выключатель.

By-pass — сегментъ контроллера.

Fields coils off — обмотка Электромагнитовъ вспомогательного двигателя вращающій контроллеръ назадъ.

Fields coils on — тоже — впередъ.

Multiple — релѣ для параллельнаго соединенія двигателей Series — послѣдовательнаго.

Coast — холостого хода двигателей при движении подъ уклонъ.

Automatic Stop — релѣ, возвращающее контроллеръ въ разомкнутое положеніе.

Cutout — выключатель.

Shoe — башмакъ третьаго рельса или троллей.

Train line — кабель соединяющій регуляторы и релѣ разныхъ вагоновъ (см. также фиг. 29).

Coupler — соединители.

Throttle — реле, пристанавливающе движеніе контроллера.

Master Switch — платформенный регуляторъ.

Reverser Coils — обмотки обратителя хода.

Clips on reverser — коммутаторъ обратителя хода.

Pilot Brake — соленоида собачка останавливающей движение вспомогательнаго двигателя.

Фиг. 30.

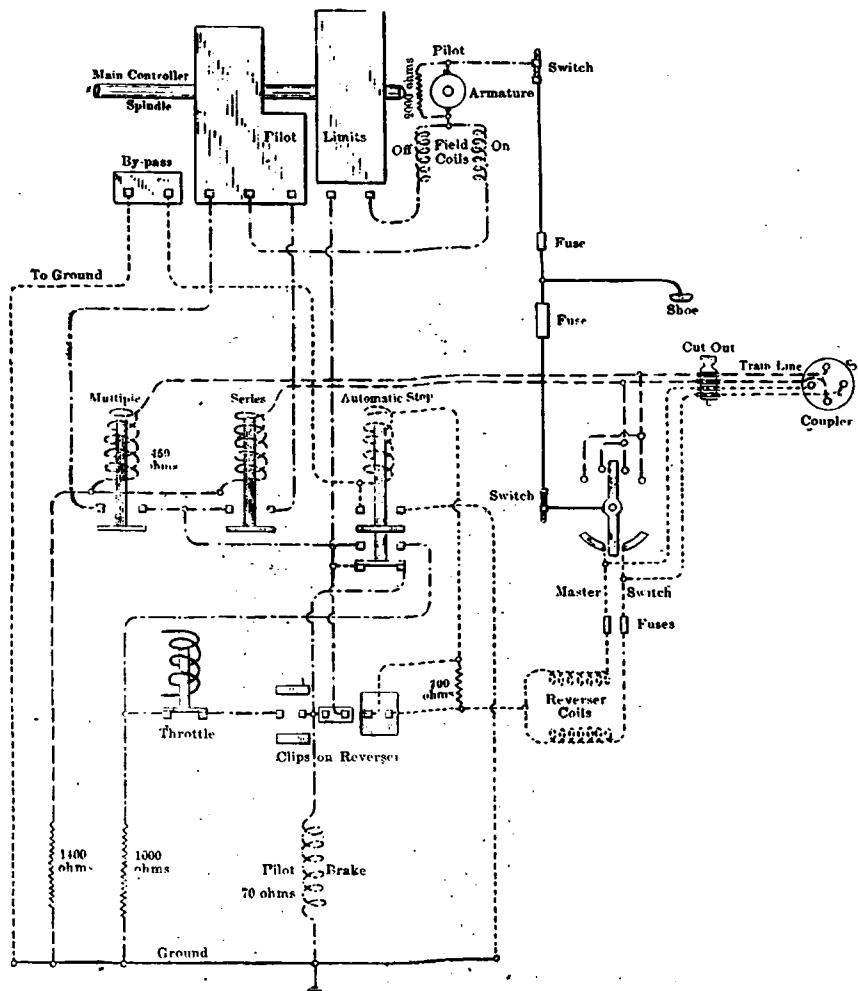
идеть черезъ контакты пока опущенаго релѣ «throttle» въ вышеупомянутый коммутаторъ обратителя («clips on reverser»). Такъ какъ этотъ коммутаторъ уже повернутъ вмѣстѣ съ самимъ обратителемъ, то токъ идеть далѣе въ землю черезъ спираль pilot brake, поднимающую собачку вспомогательнаго двигателя и допускающую, такимъ образомъ, его вращеніе впередъ.

кратился бы токъ въ спирали (pilot brake), и эта спираль, отпустивъ собачку, пристановила бы вспомогательный двигатель до тѣхъ поръ, пока сила тока въ главныхъ двигателяхъ не спала-бы до нормальной величины.

Если опускается релѣ «automatic stop», то токъ направляется черезъ обмотку «off» вспомогательнаго двигателя, вращающую контроллеръ въ

обратную сторону и затѣмъ въ землю черезъ коммутаторъ (pilot limits), релэ „automatic stop“ и спираль „pilot brake“. Проходя черезъ эту спираль, токъ втянетъ собачку и освободить вспомогательный электродвигатель для движения контроллера въ обратную сторону. Совершенно такое же дѣйствие, какъ и опусканіе „automatic stop“ производить поднятіе релэ „coast“, т. е. при движеніи вагона подъ уклонъ, контроллеръ возвращается изъ любого положенія въ началь-

ный моментъ рукоятку сразу изъ положенія полной скорости на обратный ходъ, то главный контроллеръ чинѣмъно отвѣтить этому требованію, но только постепенно. Именно въ моментъ прохода рукоятки регулятора надъ среднимъ, О-вымъ положеніемъ, токъ въ обратитель прекращается и пружина ставить его сейчасъ-же въ среднее положеніе. Тогда падаетъ релэ „automatic stop“ и контроллеръ возвращается въ начальное положеніе. Затѣмъ, подъ дѣйствіемъ проходящаго въ



Фиг. 31. Объясненія см. фиг. 30.

ное разомкнутое и токъ въ главныхъ двигателяхъ прекращается.

Для перехода отъ половинной скорости къ полной, машинистъ долженъ поставить въ соотвѣтственное положеніе рукоятку платформенного регулятора. Онъ можетъ поставить эту рукоятку въ положеніе полной скорости и сразу, въ моментъ отправленія, все равно главный контроллеръ перейдетъ въ такое положеніе постепенно, останавливаясь на всѣхъ промежуточныхъ включеніяхъ; сила тока при этомъ будетъ все время подъ контролемъ „throttle“.

Если машинистъ переводить въ какой-либо

сolenoidахъ обратителя, черезъ его коммутаторъ, обмотку релэ „automatic stop“, сегментъ „by-pass“ и далѣе въ землю, тока, обратитель становится на задний ходъ. Тогда релэ „series“, которое хотя и было уже сразу поднято регуляторомъ, но не оказывало пока никакого дѣйствія, приводить въ движение вспомогательный двигатель и контроллеръ, который и выключаетъ мало-по-малу сопротивленія до положенія послѣдовательнаго включенія при обратномъ ходѣ.

Сооставленіе только, что описанныхъ движений платформенного регулятора и главнаго контроллера выясняетъ все значение примѣняемой

Справомъ системы релэ. Въ то время, какъ управляемая машинистомъ рукоятка имѣеть всего три ходовыхъ положенія — (два впередъ и одно назадъ), главный контроллеръ можетъ занимать цѣлый рядъ положеній, вообще говоря, не совпадающихъ съ положеніемъ регулятора; этотъ контроллеръ только какъ-бы стремится занять положеніе, указанное ему машинистомъ. При эдомъ, смотря по нагрузкѣ двигателя, иногда контроллеръ можетъ и не отозваться тотчъ-же на движение регулятора, или можетъ отозваться только отчасти. Остановившись въ некоторомъ положеніи, онъ можетъ пойти затѣмъ дальше впередъ, безъ всякаго поворота ручки регулятора, которая только указываетъ желательную величину скорости. Такимъ образомъ, всѣ промежуточныя движенія главнаго контроллера регулируются автоматически, независимо отъ воли, ловкости или вниманія машиниста.

Вышеописанный способъ управления двигателемъ собственно относится къ одному вагону. При соединеніи такихъ вагоновъ-двигателей въ поѣздъ, всѣ платформенные регуляторы соединяются, какъ было сказано, общимъ кабелемъ. Кабель этотъ соединяетъ между собой мѣстные потоки такимъ образомъ (фиг. 27), что съ любой платформы можно управлять, или всѣми двигателями поѣзда или несколькими, выключивъ предварительно остальные. Группа двигателей каждого вагона находится при этомъ не только подъ контролемъ релэ, управляемыхъ машинистомъ, но также и подъ контролемъ автоматического релэ, положеніе котораго зависитъ только отъ силы тока двигателей именно даннаго вагона. Поэтому положенія отдельныхъ контроллеровъ разныхъ вагоновъ въ одинъ и тотъ-же моментъ вообще говоря не совпадаютъ между собой; эти контроллеры только стремятся по возможности занять одно и тоже положеніе.

Такое независимое регулированіе двигателей разныхъ вагоновъ позволяетъ, очевидно, соединять въ поѣзда вагоны, имѣющіе контроллеры разной величины, двигатели неодинаковой мощноти, разнаго сопротивленія реостаты, зубчатыя передачи разныхъ отношеній, вагонныя колеса разнаго діаметра и управлять ими съ одного пункта однимъ регуляторомъ.

Наконецъ, слѣдуетъ замѣтить, что при большомъ количествѣ стрѣлокъ, сигналовъ, и большої скорости и массѣ поѣзда, требующихъ осторожнаго торможенія, весьма важно разгрузить, такъ сказать, вниманіе машиниста отъ сложной задачи пѣлесообразнаго распределенія тока въ разные моменты. Кромѣ увеличенія безопасности, это имѣеть еще конечно и экономическое значеніе, такъ какъ при этомъ устраняется втіяніе на расходъ энергіи индивидуальныхъ качествъ машиниста, благодаря которымъ этотъ расходъ на вагонъ-километръ, при всѣхъ остальныхъ одинаковыхъ условіяхъ, можетъ въ некоторыхъ случаяхъ увеличиваться, какъ выяснили извѣстные опыты, почти на 50% своей величины.

Опытъ показалъ, что время между поворотомъ ручки платформенного регулятора и вспускомъ тока въ главные двигатели составляетъ менѣе 1 сек., время же необходимое для полнаго параллельного соединенія составляетъ около трехъ секундъ, не считая конечно задержекъ, вызываемыхъ „throttle“ или машинистомъ.

Вѣсъ оборудованія по системѣ Сирага составляетъ:

	кг.
2 платформенныхъ регулятора	20
1 комплектъ релэ, предохранителей, выключателей	44
1 главный контроллеръ съ вспомогательными двигателями	240
1 обратитель	250
2 шестерельныхъ коробки	2,5
2 соединителя съ концами кабеля	12
1 гибкій кабель	4
1 комплѣктъ сопротивленій	300
1 главный выключатель и кабель	20

Всего на вагонъ 892,5 или около 900

Поѣзда по системѣ Сирага циркулируютъ съ весны 1898 г. по South Side Elevated R. R. въ Чикаго; въ настоящее время имѣется уже болѣе 300 вагоновъ, оборудованныхъ по этой системѣ. Система General Electric Co^o примѣнена на возвышенныхъ дорогахъ въ Нью-Йоркѣ.

Въ Европѣ поѣзда, составленные изъ вагоновъ-двигателей, примѣнены во Франціи на линіи Fayet (Chamoniix *), (предѣльный подъемъ 90 тысячныхъ), а также испытываются въ настоящее время ** на новой электрической желѣзной дорогѣ изъ Парижа въ Версаль.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

О катодной поляризации и образованіи сплавовъ. Если при электролитическомъ выдѣленіи какого-нибудь вещества у катода, благодаря вторичной реакціи, производится работа, то напряженіе, требуемое для выдѣленія этого вещества, меньшее, чѣмъ, если бы этой вторичной реакціи и работы не происходило. Поэтому слѣдуетъ ожидать, что выдѣленіе какого-нибудь металла на другомъ, способномъ образовать съ нимъ сплавъ, требуетъ меньшаго напряженія, чѣмъ выдѣленіе на томъ-же самомъ. Кѣнъ (Coehn) произвелъ въ этомъ направлѣніи рядъ опытовъ. Для выдѣленія серебра на золотѣ онъ получилъ пониженіе напряженія (Zersetzungsspannung) въ 0,05 вольта; гораздо значительнѣй пониженія при выдѣленіи металловъ у ртутнаго катода, т.е. при образованіи амальгамъ: для цинка оно равно 0,15 в., для кадмія—0,12 в., серебра—0,09 в., мѣди—0,08 в., желѣза—0,02 в. Благодаря извѣстной способности палладія растворять въ себѣ водородъ, выдѣленіе послѣднаго у этого металла требуетъ напряженія тока на 0,26 в. болѣе низкаго, чѣмъ у платины.

О вліянії магнитнаго поля на сопротивленіе тонкихъ металлическихъ слоевъ.

* Revue generale des chemins de fer, Novembre 1901.
**) Le Genie Civil 26 Octobre 1901.

Вопросъ этотъ былъ недавно изслѣдованъ Паттерсономъ. При помощи катодныхъ разрядовъ на стеклянной пластинкѣ отлагались чрезвычайно тонкіе слои висмута; однородность этихъ слоевъ проявлялась подъ микроскопомъ и наблюденіемъ явленій интерференціи. Сила магнитнаго поля доходила до 26 тыс. гаусовъ. Оказалось, что вліяніе магнитнаго поля на эти тонкіе слои висмута значительно меньше, чѣмъ на висмутъ въ видѣ проволоки, и при томъ тѣмъ меньше, чѣмъ тоньше слой. Точно также толщина слоя оказываетъ вліяніе на его проводимость и видъ магнитнаго поля: она тѣмъ меньше, чѣмъ тоньше слой. Эти результаты особенно интересны потому, что они подтверждаютъ современные теоретические взгляды на проводимость металловъ. Какъ известно, по теории Друде, Томсона и др., носителями тока въ металлахъ какъ и въ электролитахъ, являются ионы, которые, однако, отличаются отъ ионовъ электролитовъ своей значительно меньшей величиной и потому получили отдельное обозначение "электрононы"; эти электроны, быть можетъ, тождественны съ ионами, образующими катодные лучи; по мнѣнію Дж. Томсона, зарядъ такого электрона равенъ заряду водородного иона, переносимому послѣднимъ при электролизѣ, масса же его въ 1000 разъ меньше массы водородного иона. Но Томсону, проводимость металла (k) выражается формулой:

$$k = \nu \cdot n \cdot \frac{e^2}{m} \cdot \frac{l}{c},$$

гдѣ n означаетъ число электроновъ въ единицѣ объема данного металла, e — зарядъ электрона, m — его массу, c — его среднюю скорость, l — его средній путь (понятіе о среднемъ пути электроновъ аналогично понятію о среднемъ пути частицъ газовъ, т.е. является слѣдствіемъ представления о томъ, что они безпрерывно сталкиваются и отталкиваются другъ отъ друга). Въ томъ случаѣ, когда толщина металлическаго слоя (d) приближается къ порядку величины среднаго пути электроновъ (10^{-4} см.), этотъ средній путь долженъ уменьшиться, а именно, какъ показываетъ вычисленіе, стать равнымъ:

$$l = d \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{2} \log \frac{d}{l} \right);$$

но въ такомъ случаѣ, согласно вышеприведенной формулѣ, проводимость металлическаго слоя должна также уменьшаться съ уменьшениемъ его толщины, — это и показываютъ опыты Паттерсона. Точно также согласуются съ теоріей Томсона и результаты, найденные Паттерсономъ относительно вліянія магнитнаго поля на проводимость тонкихъ металлическихъ слоевъ.

Новыя наблюденія, касающіяся рентгеновскихъ лучей. Пробуя при помощи рентгеновскихъ лучей получить въ состояніи комнатѣ изображеніе скелета на обыкновенномъ экранѣ изъ цианоплатината барія, Дреишухъ (Dreischuh) замѣтилъ, что изображеніе появлялось также на деревянной двери, раздѣлившей обѣ комнаты. Ближайшее изслѣдованіе показало, что флуоресценція была вызвана цинковой краской, которой были покрыты двери; на деревянныхъ некрашеныхъ доскахъ изображенія не получалось. Флуоресценція была болѣе сильна на толстыхъ частяхъ двери. — Тотъ-же изслѣдователь нашелъ, что экранъ изъ вольфрамокислого кальція сохраняетъ въ темнотѣ отброшенное за него рентгеновскими лучами изображеніе въ теченіе $1\frac{1}{4}$ часа, причемъ на сторонѣ экрана, покрытой чувствительнымъ слоемъ, изображеніе менѣе ясно, чѣмъ на обратной. Такой экранъ обладаетъ, кроме того, способностью дѣйствовать на фотографическую пластинку.

Электрическая емкость человѣческаго тѣла. Изслѣдованія Де-Метца привели къ слѣдующимъ результатамъ: 1) человѣческое тѣло не обладаетъ никакой специфической конденсационной способностью и емкость его равна емкости металлическаго проводника одинаковыхъ размѣровъ и формъ; 2) емкость человѣческаго тѣла не зависитъ отъ напряженія заряжающаго тока, но менѣется въ зависимости отъ способа изоляціи и положенія тѣла; нормальной емкостью слѣдуетъ считать ту, которая получается, когда изслѣдуемое лицо хорошо изолировано и находится посреди свободной комнаты, въ сторонѣ отъ проводящихъ поверхностей; 3) изъ измѣреній, произведенныхъ болѣе чѣмъ надъ 20 лицами, слѣдуетъ, что электрическая емкость человѣческаго тѣла въ обыкновенномъ положеніи равна въ среднемъ 0,0001 микрофарады; величина эта значительно менѣе величинъ, полученныхъ предыдущими изслѣдователями (Бордье — 0,0025 микрофарад., Дюбуа — 0,165 м. ф.); Де-Метцъ объясняетъ это отступленіе недостаточной точностью изслѣдований Бордье и Дюбуа, недопускавшихъ вовсе измѣренія столь малой величины; близкая же величина — 0,00019 м. ф. — найдена недавно также проф. Вертгеймъ. — Саломонсонъ; 4) электрическая емкость зависитъ только отъ размѣровъ и формъ тѣла, но не отъ физиологическихъ или психологическихъ особенностей лица: у одного и того-же лица она остается почти постоянной, и небольшій колебаніи легко объясняются измѣненіями въ положеніи тѣла и въ одѣяніи; 5) емкость ногаго тѣла на $5-10\%$ болѣе емкости одѣтаго; 6) въ виду ничтожной величины емкости человѣческаго тѣла ея дѣйствіемъ нельзя объяснить смертные случаи, наблюдавшіеся при прикосновеніи къ проводамъ тока высокаго напряженія.

(С. Р. 1901, СХХХIII).

Потери энергіи въ конденсаторахъ. Штейнметцъ занялся недавно этимъ вопросомъ и произвелъ рядъ опредѣленій потерь энергіи въ конденсаторѣ, составленномъ изъ станиоля и парафинированной бумаги и залитомъ затѣмъ парафиномъ при нагреваніи въ безвоздушномъ пространствѣ. Для того, чтобы устранить вліяніе смещенія фазъ на показанія ваттметра, параллельно или послѣдовательно съ конденсаторомъ была включена не заключающая въ себѣ жѣлѣза реактивная катушка, реакція самоиндукціи (reactance) которой была почти равна реакціи емкости (capacitance) конденсатора. Такимъ образомъ, замедленіе тока со стороны самоиндукціи и ускореніе со стороны емкости компенсируютъ другъ друга, а въ результата получается слабый ваттный токъ съ ничтожнымъ сдвигомъ фазъ, такъ что общая работа, поглощенная во всей цѣли, могла быть довольно точно измѣрена ваттметромъ. Часть энергіи, поглощаемая въ реактивной катушкѣ, опредѣлялась отдельно, послѣ чего вычитаниемъ этой величины изъ общей энергіи, поглощенной всей цѣнью, получалась потеря энергіи въ конденсаторѣ. Для исключенія гармоническихъ колебаній, въ цѣль конденсатора было еще включено (послѣдовательно) неприводимое сопротивленіе, величина которого была очень значительна по сравненію съ реакціей емкости конденсатора. Произведенныя по этому способу измѣренія показали, что: 1) при синусоидальной формѣ сообщаемой конденсатору электродвижущей силѣ тока заряда прямо пропорционаленъ электродвижущей силѣ и возбужденію; 2) при постоянной частотѣ тока потеря энергіи въ конденсаторѣ пропорциональна квадрату электродвижущей силы. Въ хорошихъ конденсаторахъ потеря энергіи составляетъ въ среднемъ не болѣе $1\frac{1}{2}\%$, такъ что по своему коеффиціенту полезнаго дѣйствія (ок. 99,5%) конденсаторъ превосходитъ всѣ другіе извѣстные до сихъ поръ приборы.

(Electrical World, 1901).

Новый электроскопъ съ конденсаторомъ. Новый электроскопъ Гурмуческу заключаетъ въ себѣ очень остроумно придуманный конденсаторъ изъ перемѣнной емкости. Приборъ заключаетъ въ себѣ не два, какъ обыкновенно, а три металлическихъ листика, находящіеся на разстояніи 2 мм. другъ отъ друга. Помощью особаго приспособленія въ пространство между ними вдвигаются снизу, двѣ металлическия пластинки, которая вмѣстѣ съ листиками и раздѣляющими ихъ тонкими слоями воздуха образуютъ конденсаторъ. Электроскопъ заряжается въ этомъ положеніи, послѣ чего вдвигнутыя металлическия пластинки выдвигаются обратно; емкость конденсатора при этомъ уменьшается, напряженіе же соответственно повышается, благодаря чѣму листочки, даже при слабомъ зарядѣ, испытываютъ сильное отклоненіе. Большимъ преимуществомъ нового прибора является то, что перемѣнная подвижная металлическая пластинка различно далеко, можно въ извѣстныхъ предѣлахъ произвольно менять емкость конденсатора, т. е. и чувствительность прибора.

Новый прямой методъ анализа перемѣнныхъ токовъ. Принципъ нового метода, предложенного де-Курдомъ (des Coudures) состоитъ въ слѣдующемъ. Если чрезъ одну (напр. неподвижную) катушку крутильного электродинамометра протекаетъ синусоидальный токъ частоты n , чрезъ другую—также синусоидальный токъ частоты n' , то приборъ показываетъ по состоянию отклоненіе лишь въ томъ случаѣ, если $n = n'$. Величина отклоненія зависитъ при этомъ отъ силы того и другого тока и отношенія ихъ фазъ. Де-Курдъ посылаетъ анализируемый токъ (который идеально можетъ быть, конечно, представленъ, какъ сумма частыхъ синусоидальныхъ токовъ частоты n , $2n$, $3n$, ...) чрезъ неподвижную катушку электродинамометра, чрезъ подвижную же—въ послѣдовательномъ порядке чистые синусоидальные токи извѣстной частоты n , $2n$, $3n$ и т. д.; постоянное отклоненіе электродинамометра будетъ обусловливаться каждый разъ лишь тѣмъ изъ парціальныхъ простыхъ токовъ анализируемаго сложнаго тока, частота котораго равна частотѣ тока, протекающаго въ данный моментъ чрезъ подвижную катушку. Какъ сказано, отклоненіе электродинамометра опредѣляется силой токовъ въ обѣихъ катушкахъ и отношеніемъ ихъ фазъ; амплитуда вспомогательнаго тока, посылаемаго чрезъ подвижную катушку, конечно извѣстна; посылая его одинъ разъ съ фазой G , другой съ фазой $G + 90^\circ$ и отмѣчая оба раза показанія электродинамометра, легко вычислить амплитуду и фазу соотвѣтствующаго парціальнаго тока. Конечно, вспомогательнаго токъ долженъ быть чисто синусоидальнаго вида.

(Electrotechn. Zt 1901, т. 21).

Новая система ампер- и вольтметровъ, независимыхъ отъ силы ихъ постоянныхъ магнитовъ. Чувствительность гальванометровъ, принципъ которыхъ основанъ на отклоняющемся дѣйствіи магнита на проводникъ, мѣняется при измѣненіи силы поля этого магнита. Если магнитъ, какъ напр. въ гальванометрѣ Депре, даетъ вызывающую отклоненіе проводника пару силъ, то его ослабленіе уменьшаетъ чувствительность прибора. Наоборотъ, если онъ служить въ качествѣ направителя для подвижной магнитной системы, то уменьшеніе силы его поля увеличиваетъ чувствительность прибора. И. Вейсъ предлагаетъ компенсировать оба эти измѣненія одно другимъ, употребляя одинъ и тотъ-же магнитъ въ качествѣ источника какъ направляющей, такъ и отклоняющей силы. Этого можно, напримѣръ, достигнуть, прикрепляя къ подвижной рамѣ съ проводникомъ небольшой брускъ изъ мягкаго желѣза, такъ чтобы магнитъ въ

одно и то-же время отклонять рамку съ проводникомъ, но удерживать связанный съ нею брускъ въ направлении своего магнитнаго поля. Конечно, магнитный моментъ этого желѣзного бруска долженъ имѣть постоянную величину, что приблизительно достигается, намагничивая его почти до насыщенія. Ошибка, происходящая отъ неполного насыщенія бруска, можетъ быть компенсирована небольшой, дѣйствующей въ противную сторону эластической силой.

(C. R. 1901. СХХII).

О Б З О Р Ъ.

О соединеніи съ землей части распределительной сѣти *). При многихъ примѣненіяхъ электрическаго тока земля является однимъ изъ элементовъ электрической цѣпи. Въ некоторыхъ случаяхъ, какъ при электрическихъ трамваяхъ, много-проводныхъ распределительныхъ сѣтяхъ и пр., соединеніе извѣстной части цѣпи съ землей имѣетъ цѣлью лишь поддерживать постояннымъ и близкимъ къ земному потенциалу данного участка сѣти; въ другихъ же случаяхъ земля служить настоящимъ проводникомъ и черезъ нее проходитъ весь токъ, циркулирующій въ металлической части цѣпи. Благодаря довольно значительному сопротивлению земли, съ послѣднимъ примѣненіемъ земли сопряжена значительная потеря энергіи, почему и пользуются проводимостью земли лишь при очень слабыхъ токахъ, напримѣръ, въ телеграфіи и телефоніи; но даже и въ этихъ случаяхъ въ послѣдніе времена стали замѣнять землю металлическимъ проводникомъ для сбереженія энергіи.

Что же касается первого примѣненія проводимости земли, то оно весьма распространено и играетъ въ электротехнике весьма важную роль. Въ виду этого не безполезно поближе познакомиться съ тѣмыми условиями, которыя создаются въ электрической цѣпи, когда одна или нѣсколько точекъ ея соединены съ землей. Какъ увидимъ ниже, условія эти не такъ просты; какъ можетъ показаться съ первого взгляда, и наши техники не всегда считаются на практикѣ съ тѣмы, что при этомъ происходит.

Соединеніе съ землей примѣняется какъ при высокихъ напряженіяхъ, такъ и при низкихъ, но соображенія, которыми при этомъ руководятся, не совсѣмъ одинаковы. При передачѣ энергіи подземнымъ кабелемъ при большиомъ напряженіи—тысячнольтъ—соединеніемъ съ землей одного провода стремятся главнымъ образомъ, понизить стоимость изоляціи. Положимъ, что по двумъ проводамъ циркулируетъ токъ подъ напряженіемъ въ 10000 вольтъ. Если оба провода одинаково хорошо изолированы, то разность потенциаловъ между землей и каждымъ изъ нихъ будетъ 5000 вольтъ, и на такое напряженіе должна быть разсчитана изоляція кабеля. Если же изоляція одного изъ проводомъ испортится и образуется утечка въ землю, то разность потенциаловъ между этими проводомъ и землей уменьшится и настолько же возрастетъ разность потенциаловъ между землей и вторымъ проводомъ. Въ крайнемъ случаѣ, если установится полный контактъ одного провода съ землей, потенциалъ его сдѣлается равнымъ нулю, а разность потенциаловъ между землей и вторымъ проводомъ повысится до 10000 вольтъ. Если изоляція проводовъ разсчитана лишь на 5000 вольтъ, то она очевидно не выдержитъ такого напряженія и будетъ также пробита; во избѣженіе послѣднаго, изоляція этого провода должна быть рассчитана вначалѣ не на

*) Занесено изъ доклада К. Вордингема (Wordingham), прочитанаго въ засѣданіи электрическаго общества въ Лидсе.

5000, а на 10000 вольтъ. Но такъ какъ, при одинаковомъ способѣ изоляціи обоихъ проводовъ невозможно предугадать на какомъ изъ нихъ изоляція ослабнѣтъ раньше, то приходится оба провода покрывать изолирующими слоемъ способнымъ противостоять напряженію въ 10000 вольтъ, т. е. двойному противъ нормального. Стоимость кабеля, благодаря этому, увеличивается очень значительно. Но если пойти на встречу случайностямъ и заранѣе установить сообщеніе одного какого-либо изъ проводовъ съ землей, то можно сдѣлать большую экономію, ибо достаточно будетъ изолировать лишь одинъ изъ проводовъ на максимальное напряженіе. Впервые высказалъ эту идею Ферранти. Еще дешевле было бы, конечно, совершино лишить изоляціи одинъ изъ проводовъ, но это привело бы къ непріятнымъ осложненіямъ, ибо, при значительной силѣ тока и значительномъ же градиентѣ потенціала, между различными точками голаго провода получались бы отвѣтвленія черезъ землю, такъ называемые блуждающіе токи, весьма вредные на практикѣ.

При употреблениі концентрическаго кабеля внутрення жила котораго хорошо изолирована, кольцевой же слой соединенъ съ землей, наряду съ этимъ удобствомъ достигается полнѣшшая безопасность канализаціи, несмотря на высокое напряженіе, ибо собственно заряженный проводъ вполнѣ недоступенъ, и если даже кабель будетъ поврежденъ, то прежде нежели можно будетъ коснуться центрального провода, произойдетъ между обоими проводами короткое замыканіе.

Система эта примѣняется теперь почти повсемѣстно при двухпроводной канализаціи токовъ высокаго напряженія, хотя вначалѣ къ ней отнеслись весьма недовѣрчиво. При употреблениі болѣе чѣмъ двухъ проводовъ подобной экономіи и безопасности достичь уже нельзя; однако, при четырехпроводной канализаціи двухфазного тока можно употреблять два концентрическихъ кабеля, вѣнчаніе проводники которыхъ соединены съ землей. При трехфазномъ токѣ и соединеніи звѣздой, среднюю точку звѣзды можно соединять съ землей; этимъ понижается до минимума разность потенціаловъ между землей и каждымъ изъ проводовъ, но здѣсь за то всѣ три провода должны быть одинаково хорошо изолированы.

Въ вышеразобраннымъ случаѣ двухпроводной сѣти было замѣчено, что любой изъ проводовъ можно соединять съ землей; это вѣрно лишь при употреблениі первомѣстнаго тока, каковымы на практикѣ и пользуются, болѣшней частью, для передачи энергіи подъ болѣшимъ напряженіемъ. Въ случаѣ же постояннаго тока не безразлично, какъ мы увидимъ ниже, какой изъ двухъ проводовъ положительный или отрицательный, соединенъ съ землей.

При употреблениі токовъ низкаго (сотни вольтъ) напряженія вышеупомянутое соображеніе,—именно усиленіе изоляціи,—не играетъ существенной роли, ибо на практикѣ изоляція на 250 напримѣръ и на 500 вольтъ мало чѣмъ отличаются другъ отъ друга. Тѣмъ не менѣе и здѣсь примѣняютъ соединеніе одного провода съ землей, но уже въ другихъ видахъ.

Такъ, при электрическихъ трамвайяхъ употребляютъ соединеніе съ землей рельсы въ качествѣ одного изъ проводовъ для достиженія экономіи въ мѣди, а при троллейбусной системѣ еще въ виду неудобства имѣть рядомъ на небольшомъ другъ отъ друга разстояніи два разноименныхъ провода. Методъ этотъ настолько распространенъ и извѣстенъ, что останавливаются на немъ долго не стоитъ; замѣтимъ только, что здѣсь мы неизбѣжно встрѣчаемъ то непріятное явленіе, о которомъ было упомянуто выше: благодаря тому, что одинъ изъ проводовъ по всей длинѣ соединенъ съ землей, необходимо являются блуждающіе токи. Несмотря, однако, на всѣми давно признанный громадный вредъ этихъ блуждающихъ токовъ, до сихъ поръ, къ сожалѣнію, не выработано условій, при которыхъ электролитическое дѣйствіе ихъ перестаетъ

быть практически ощущимъ. Такъ, англійская Торговая Палата допускаетъ максимумъ разности потенціаловъ между двумя точками рельсовой сѣти въ 7 вольтъ; но практика показываетъ, что и этотъ предѣлъ слишкомъ великъ, такъ какъ при напряженіяхъ менѣе 7 вольтъ получаются весьма серьезныя поврежденія, вслѣдствіе разъѣданія газовыхъ и водопроводныхъ трубъ. Теоретически, конечно, всякий предѣлъ будетъ слишкомъ великъ, но на практикѣ было бы достаточно, если бы разъѣданіе трубъ къ не превосходило дѣйствія почвенной влаги. Отъ решенія этого вопроса зависитъ будущность электрическаго трамвая. Напомнимъ главные способы борьбы съ блуждающими токами, употребляемые въ настоящее время: одинъ изъ нихъ, примѣненіе обратныхъ фидеровъ, соединяемыхъ съ отдаленными точками рельсовой сѣти; второй—употребленіе повысительной напряженіи, соединяемыхъ съ тѣми же точками; третій—и при обширной сѣти трамваевъ, самый рациональный—раздѣление центральной станціи на нѣсколько подстанцій, размѣщенныхъ соотвѣтственнымъ образомъ по сѣти.

Другой случай, гдѣ при распределеніи тока низкаго напряженія играть важную роль — что трехпроводная (или пятипроводная) сѣть. Весьма часто средний проводъ такой сѣти соединяютъ съ землей, хотя нельзя сказать чтобы это было общимъ правиломъ, и многіе до сихъ поръ стоятъ противъ такого соединенія. Чтобы решить вопросъ въ ту или другую сторону, надо разсмотрѣть достоинства и недостатки, сопряженные съ отведеніемъ въ землю среднаго провода. Къ достоинствамъ этой системы надо отнести слѣдующее. При соединеніи среднаго провода съ землей разность потенціаловъ между землей и каждымъ изъ крайнихъ проводовъ дѣлается равной половинѣ полнаго напряженія тока, что уменьшаетъ опасность для людей отъ обращенія съ токомъ. Такъ, напримѣръ, предѣльное напряженіе допускаемое англійской Торговой Палатой внутри жилыхъ помѣщеній есть 250 вольтъ; имѣя напряженіе между крайними проводами въ 500 вольтъ (нормальное напряженіе трамвайной сѣти) нельзя вводить въ жилое помѣщеніе ни одного изъ крайнихъ проводовъ, если средний не соединенъ съ землей, ибо, хотя напряженіе между послѣднимъ и однимъ изъ крайнихъ и не превыситъ 250 вольтъ при правильной регулировкѣ сѣти, но разность потенціаловъ между землей и однимъ изъ крайнихъ проводовъ можетъ значительно превышать эту величину и даже доходить до 500 вольтъ. При соединеніи же съ землей среднаго провода такой случай невозможенъ. Пзъ этого непосредственно вытекаетъ другое весьма важное достоинство описываемаго способа соединенія, именно является возможность вводить внутрь помѣщенія всѣ три провода сѣти, въ которой напряженіе между крайними проводами не превышаетъ 500 вольтъ. Для этого нужно только разбить цѣль внутрь помѣщенія на двѣ двухпроводныя сѣти, отвѣтвленія каждой отъ среднаго и одного изъ крайнихъ проводовъ: каждая такая цѣль въ отдаленности будетъ удовлетворять условіямъ безопасности и, вмѣстѣ, съ тѣмъ, потребленіе энергіи каждаго абонента можетъ быть правильно распределено на обѣ половины трехпроводной системы. Для правильнаго дѣйствія послѣдней въ высшей степени важно, какъ показала практика, чтобы нагрузка обѣихъ половинъ трехпроводной сѣти была одинакова, а этого, конечно, несравненно легче достигнуть, если регулировать эту нагрузку въ предѣлахъ установки каждого абонента, чѣмъ регулировать число абонентовъ, приходящихся на каждую половину. Это и составляетъ главное достоинство соединенія съ землей среднаго провода и благодаря ему все большее и большее число станций переходя къ этой системѣ. Система эта представляетъ еще и ту выгоду, что при образованіи утечки въ сѣти непосредственно легко опредѣлить на какомъ изъ крайнихъ проводовъ произошло поврежденіе.

Недостаткомъ же системы соединенія съ землей средняго провода является то обстоятельство, что если въ изоляціи какого-либо изъ проводовъ произойдетъ поврежденіе и появится утечка въ землю, то между этимъ проводомъ и среднимъ пойдётся непрерывный токъ, который можетъ совсѣмъ испортить изоляцію и произвести короткосъ замыкание одной половины сѣти.

Весьма существенно обратить здѣсь вниманіе на то, что оба провода не одинаково подвержены этой опасности. Уже давно было замѣчено при рабочемъ леніи постоянного тока, что если изоляціи всѣхъ проводовъ одинаковы, то потенціаль отрицательного провода стремится со временемъ приблизиться къ земному, а разность потенціаловъ между положительными проводомъ и землей постепенно возрастаєтъ. Явленіе это объясняется такъ называемымъ электрическимъ осмосомъ, благодаря которому влага перегоняется отъ положительного электрода къ отрицательному и уменьшаетъ прочность изоляціи постѣдняго; чѣмъ больше разность потенціаловъ между землей и отрицательнымъ проводомъ, тѣмъ сильнѣе стремленіе къ уравненію ихъ потенціаловъ. Вотъ почему въ тѣхъ случаяхъ, когда одинъ изъ проводовъ двухпроводной сѣти постоянного тока долженъ быть соединенъ съ землей, то не безразлично, какой проводъ отвести въ землю: такъ какъ потенціаль отрицательного провода самъ собою со временемъ приближается къ земному, то естественно, что его-то именно и нужно отводить въ землю; въ противномъ случаѣ вѣсма легко образуется громадная утечка. На это явленіе, повидимому, не обратили еще должнаго вниманія, чѣмъ можно объяснить тотъ фактъ, напримѣръ, что въ Екатеринославѣ при постройкѣ электрическаго трамвая начальъ рельсы были соединены съ положительнымъ полюсомъ динамомашинъ и лишь впослѣдствіи ихъ соединили съ отрицательнымъ *).

Опытъ показалъ, что описанное разрушеніе изоляціи отрицательного провода, при соединеніи съ землей положительного или средняго провода трехпроводной сѣти, происходит даже тогда, когда изолирующимъ матеріаломъ служитъ мягкая резина. При самой ничтожной утечкѣ, которая можетъ образоваться при самой тщательной изоляціи, образуется непрерывный токъ черезъ землю, причемъ, благодаря осмосу, влага изъ почвы проникаетъ въ мельчайшія поры резины, куда при обыкновенныхъ условіяхъ она проникнуть не можетъ; благодаря этому, изоляція ослабливается; утечка увеличивается и влага все прибываетъ; пустоты внутри резины заполняются водой, подъ давлениемъ которой резина растягивается и, наконецъ, лопается, обнажая проводникъ. Такимъ образомъ, оба провода оказываются соединенными съ землей, и происходит короткое замыкание. То же самое происходит и при другихъ изолирующихъ матеріалахъ, равно какъ и въ томъ случаѣ, если голые провода изолированы фарфоромъ. Очевидно, что тѣ самыя причины, которая привлекаютъ влагу къ отрицательному проводу, въ то же время „сушатъ“, такъ сказать, положительный, поддерживая прочность его изоляціи.

Хотя описанное осложненіе, сопряженное съ отведеніемъ въ землю средняго провода и немаловажно, чѣмъ не менѣе большинство современныхъ авторитетовъ не останавливается передъ этимъ препятствиемъ ввиду громадной выгода, получаемой взамѣнъ этого отъ возможности вводить къ каждому абоненту всѣ три провода. Бороться съ указаннымъ зломъ слѣдуетъ предохраняя по возможности отъ сырости кабели; для этого полезно заливать ихъ сплошь вполнѣ непроницаемымъ для влаги матеріаломъ, либо употребляя воздушную изоляцію при помощи негигроскопичныхъ изолирующихъ подставокъ.

Остается еще разобрать одинъ вопросъ: должно ли соединеніе съ землей въ случаѣ трехпроводной сѣти быть постояннымъ или уничтожаемымъ въ случаѣ надобности. Если полное напряженіе между крайними проводами представляеть опасность для людей, то, конечно, соединеніе съ землей никогда не должно быть уничтожаемо. Въ противномъ же случаѣ (напримѣръ, при полномъ напряженіи въ 220 вольтъ) въ интересахъ непрерывности питанія сѣти оно должно быть легко уничтожаемо, для того, чтобы въ случаѣ образования сильной утечки въ одномъ изъ проводовъ не произошло между нимъ и среднимъ короткаго замыкания. Въ послѣднемъ случаѣ необходимо, конечно, чтобы средній проводъ соединялся съ землей лишь въ одной точкѣ, на самой станціи, и по той же причинѣ не слѣдуетъ употреблять голыя проволоки въ качествѣ средняго провода, какъ это иногда дѣлаютъ въ видахъ дешевизны. Послѣднее вредно еще въ томъ отношеніи, что, хотя по среднему проводу протекасть въ общемъ лишь слабый токъ, но, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, между абонентами, сила тока можетъ быть настолько велика, чтобы породить вредные блуждающіе токи.

(The Electrician).

Смѣшанная система реостатовъ. Какъ известно, на точность показаній жидкіхъ реостатовъ, состоящихъ изъ двухъ погруженныхъ въ растворъ какои нибудь соли металлическихъ пластинокъ, вѣсма вліяетъ возникающее при прохожденіи тока электролитическое дѣйствіе. Вначалѣ, обыкновенно, сопротивленіе раствора вдругъ возрастаєтъ, быстро затѣмъ, впрочемъ, въ теченіе нѣсколькихъ минутъ спадаетъ и принимаетъ болѣе постоянную величину. О характерѣ измѣненія сопротивленія жидкости, можно судить по приведеннымъ въ „American Electrician“ результатомъ опытовъ Паркса Рѣкера. Въ три сосуда емкостью каждый въ 4,5 литра, содержащихъ соотвѣтственно слабые растворы морской соли, нашатыря и углекислой соды были погружены электроды въ видѣ двухъ вертикальныхъ желѣзныхъ пластинокъ 7×10 сант., толщиною въ 4 мили, и разстояніемъ между ними въ 8 сант.—При напряженіи пропускавшагося тока въ 110 вольтъ ампермѣтъ, показывавшій первоначально 15 амперъ, поднялся въ теченіе первыхъ 10 минутъ до 50 и 60 амперъ, спадъ, затѣмъ, въ теченіе послѣдующихъ 3 минутъ до 20 амп., и, наконецъ, показанія его образно съ родомъ примѣненнаго раствора, пришли болѣе постоянную величину между 30 и 10 амп.

Подобное устанавившееся состояніе достижимо лишь, впрочемъ, при вѣсма небольшой силѣ тока, такъ какъ, если послѣдній достаточенъ для приведенія примѣнляемой жидкости въ кипѣніе, то сопротивленіе ея варируетъ по своей величинѣ почти безпрерывно и въ вѣсма широкихъ предѣлахъ, какою недостатокъ устраняется съ трудомъ даже при помощи постоянного подведенія охлаждающей струи холодной воды. Въ виду этого, практическое примѣненіе жидкіхъ реостатовъ ограничивается предѣльною силой тока въ 100 амп., при 110 вольт., причемъ при соотвѣтственной емкости прѣемниковъ для жидкости въ 180 литровъ пользованіе бѣльшими числомъ подобныхъ громоздкихъ реостатовъ сопряжено съ болѣшими неудобствами.

У Рѣкера явилась остроумная идея воспользоваться въ качествѣ сопротивляющейся среды для реостата жидкостью и металломъ совмѣстно. Свернутая въ спираль проволока изъ гальванизированнаго желѣза толщиною въ 1,6 мил. и длиною около 4,5 метр. была погружена въ сосудъ, вмѣщавшій 45 литровъ воды, причемъ, не смотря на то, что токъ силой въ 200 амперъ, при 110 вольтахъ пропускался въ теченіе довольно продолжительного времени, вода по окончаніи периода испытанія едва пришла въ кипѣніе. Слѣдуетъ замѣтить, что проволока пере-

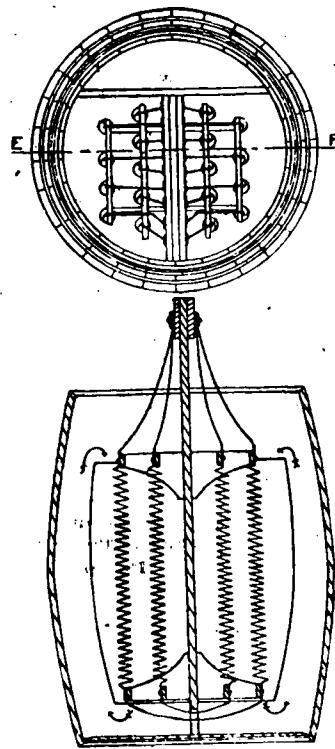
* См. Электричество, 1899 г. № 2, стр. 19.

горает линь при весьма сильном токе, когда она до того сильно накаливается, что вокруг нея образуется оболочка из пара, препятствующая отдачу металлом тепловой энергии окружающие водной среды.

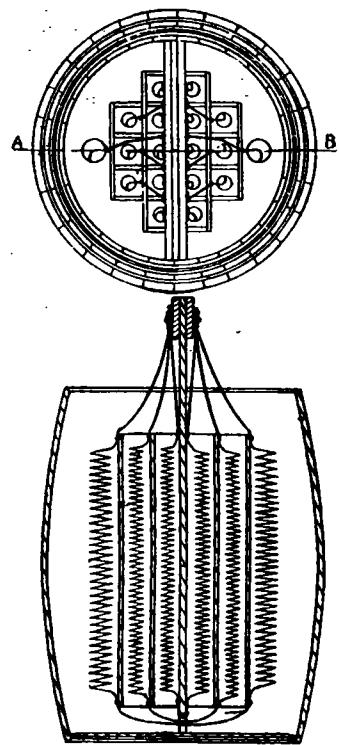
На основании полученных опыты дающих, Рекер построил реостаты, которые можно назвать реостатами смешанной системы, заменив обычные из жидких реостатов металлическими пластинками свернутыми в спираль проволоками. На фиг. 32 представлена конструкция подобного реостата. Бочонок емкостью около 180 литр., разделен вертикальными перегородками на три камеры, из которых одна служить лишь для циркуляции нагревающейся воды. В каждом из двух остальных симметричных отделений находится 9 катушек длиною в 1,5 м. и диаметром в 0,031 метр., свернутых каждая из

тамъ. Чрезъ известные промежутки времени нагревавшаяся вода охлаждалась протекавшей ею ходоной водой, причемъ она во время опыта не закипала. Остальные 4 катушки реостата, служивший запасными, не были использованы. По расчету Рекера, подобный реостатъ въ состояніи былъ бы выдержать, въ общемъ, токъ силой 1300 ампер при 107 вольтахъ, т. е. мощностью около 186 лошад. силъ.

Согласно другимъ произведеннымъ опытамъ такой же реостатъ выдержалъ въ течениe 8 час. 725 ампер, при 115 вольтъ, и при такомъ же напряженіи 870 ампер въ течениe одного часа безъ какихъ либо замѣненныхъ недостатковъ, отличаясь замѣчательнымъ постоянствомъ показаний. По произведеніи этихъ опытовъ было найдено, что диаметръ проволокъ уменьшился приблизительно на $\frac{1}{10}$ милли., что свидѣуетъ, очевидно, приникать дѣйствію непрер



Фиг. 32.



Фиг. 33.

проводки гальванизированного жалѣза длиною 12 метр. Сопротивление этихъ катушекъ на холоду равнялось 0,55 ома; будучи же погружены въ жидкость, они при пропускании тока въ 145 ампер, показали сопротивление въ 0,737 ома. Электроды для каждой катушки отдельные, причемъ они перекрываются вверху слоемъ воды по крайней мѣрѣ въ 0,07 метр. толщиною. При посредствѣ деревянныхъ планочекъ катушки отдѣляются другъ отъ друга, закрѣпляются въ известномъ положеніи и предохраняются отъ паденія или взаимнаго соприкосновенія. Для выключения ихъ изъ цепи примѣнены двухполюсные коммутаторы, такъ какъ пользованіе обыкновенными проводниками для ихъ соединенія сопряжено съ нежелательнымъ электролитическимъ дѣйствіемъ. Направленіе циркуляціи нагревающейся воды указаны на фигурахъ 32 стрѣлками.

Реостатъ, описанной конструкціи, подвергся на одной генераторной станціи пробному испытанию въ течениe 10 часовъ, причемъ были примѣнены лишь 5 катушекъ, изъ которыхъ каждая пропускала 145 амперъ при 107 вольтахъ, следовательно, все количество подводимой электрической энергіи равнялось 77575 ват-

ныхъ переходныхъ токовъ между отдельными катушками, замѣчавшемуся особенно на смежныхъ оконечностяхъ ихъ, тогда какъ срединныя части ихъ остались неприкосновенными.

На фиг. 33 представлена реостатъ нѣсколько измѣненной затѣмъ Рекеромъ конструкціи. Здѣсь бочонокъ той же емкости разделенъ на два большихъ отдѣленій, изъ коихъ каждое подраздѣлено на 8 меньшихъ съ площадью основанія около 20 кв. сант., достаточную для вмѣщенія одной катушки и надлежащей циркуляціи воды, благодаря каковому устройству возникавшіе прежде нежелательные поперечные токи были устранены. Каждая изъ 8 катушекъ была свернута изъ проволоки изъ гальванизированного жалѣза толщиною въ 1,4 милли. и длиною въ 22,6 метр., причемъ въ каждой половинѣ, бочонка помѣщалось еще по одной катушкѣ изъ проволоки толщиною въ 2,05 милли. и длиною въ 24,3 метра (см. фиг. 33). Дѣйствительно, дѣйствіе прибора оказалось превосходнымъ, и онъ безъ затрудненія выдержалъ 800 амперъ при 280 вольтъ, т. е. около 247 лошад. силъ.

Вначалѣ дѣйствія вода имѣла температуру въ 10° II.

причём струя протекавшей свежей воды диаметром в 0,019 метр. оказалась достаточной для поддержания все время опыта достаточно низкой температуры. Если боченки расположены на деревянных стойках высотою примерно в 0,3—0,4 метра, то можно без опасения отведением тока в землю устроить надлежащую циркуляцию воды, принимая во внимание, что струя чистой воды съ поперечнымъ сечениемъ въ 6 квадр. сант. и 0,3 метр. длиною представляетъ собою сопротивление болѣе, чѣмъ въ 14,000 омовъ. Не слѣдуетъ забывать, что чѣмъ обильнѣе циркуляція воды, тѣмъ дѣйствие реостата лучше и успѣшнѣе, такъ какъ вода увлекается съ собою отдѣляющіяся отъ проволокъ металлическія и другія постороннія частицы, поддерживая катушки въ чистомъ состояніи и способствуя ихъ охлажденію.

Для большей наглядности разницы между длиною проволокъ примѣняемыхъ въ реостатахъ обычнаго типа и таковыхъ въ описанной системѣ, при напряженіи тока въ 110 вольтъ, приводимъ слѣдующую сравнительную табличку, не требующую болѣе какъ либо поясненій.

№ провол.	Длина въ (калибръ B. A. S.)	Длина въ воздушной средѣ	Длина въ водѣ
20	181,03	7,61	
19	190,78	8,21	
18	205,11	8,81	
17	210,39	9,14	
16	228,58	9,74	
15	240,78	10,34	
14	256,02	10,96	
13	270,03	11,57	
12	286,80	12,19	
11	301,74	12,79	
10	321,23	13,71	
9	336,17	14,31	
8	412,66	17,66	

(L'Electricien. 1901).

направлению силовыхъ линій, также Фарадесмъ впервые введенныхъ въ науку. Въ основу всѣхъ выводовъ, авторомъ положено понятіе о потенціалѣ, которое онъ устанавливаетъ при помощи простѣйшихъ и вполнѣ наглядныхъ опытовъ. Благодаря этому, для автора представлялась возможность широко воспользоваться выводами ученія о силовыхъ линіяхъ при разсмотрѣніи даже сравнительно сложныхъ электрическихъ явлений, происходящихъ, напр., въ динамомашинахъ, электродвигателяхъ, трансформаторахъ, а также при описаніи наиболѣе важныхъ электроизмѣрительныхъ приборовъ. Не лишие упомянуты, что соответствіенные части курса сопровождаются рядомъ практическихъ задачъ, вмѣстѣ съ подробными ихъ решеніями.

Содержаніе разматриваемаго сочиненія таково: Отдѣлъ I.—Электростатика. Электризациія тѣль съ помощью тренія и чрезъ вліяніе. Теорія электричества. Потенціалъ. Электродвижущая сила. Поверхности равнаго потенціала. Силовыя линіи. Электростатическое давленіе. Электрометр Томсона. Электроемкость. Понятіе обѣ энергіи заряженныхъ тѣль. Электрическія и электрофорныя машины. Явленія въ діэлектрикѣ.—Отдѣлъ II.—Магнетизмъ. Основные явленія. Магнитная индукція. Гистерезисъ. Земной магнетизмъ. Горизонтальная составляющая земного магнетизма; ея опредѣленіе. Магнитный моментъ магнита. Магнитный листокъ.—Отдѣлъ III.—Электрическіе токи. Происхожденіе токовъ. Элементъ Вольты. Электролизъ и его законы. Гальваническая поляризация. Вычислениe электродвижущей силы элементовъ на основаніи электрохимическихъ процессовъ. Постоянныя элементы. Аккумуляторы. Законъ Ома и его слѣдствія. Опредѣленіе силы тока, электродвижущей силы, сопротивленій и емкости конденсатора. Термоэлектричество. Явленіе Пельтье. Джоулема теплота. Лампы накаливания и дуговыя.—Отдѣлъ IV.—Электромагнетизмъ. Законы Бю, Савара и Лапласа. Магнитная дѣйствія кругового тока и магнитнаго листка. Замкнутый магнитный потокъ. Электромагнитъ. Гангенсъ-буссолъ и гальванометръ. Телеграфъ. Подвижный проводникъ въ магнитномъ полѣ. Энергія магнитнаго листка, кругового тока и соленоида въ магнитномъ полѣ.—Пондеромоторная дѣйствія токовъ другъ на друга. Магнитная теорія Ампера.—Отдѣлъ V.—Индукція въ линейныхъ проводникахъ, соленоидахъ и въ тѣлахъ конечныхъ размѣровъ. Взаимная индукція, самоиндукція, экстратоки самоиндукціи. Индукционные приборы Румкорфа и Тесла. Гейслеровы трубки; катодные и рентгеновы лучи. Дискъ Фарадея. Машина Грамма; барабанный якорь Гефнера. Различные способы возбужденія динамомашинъ. Передача энергіи. Отдѣлъ VI.—Переменные токи. Возбужденіе переменныхъ токовъ. Элементарная теорія переменного тока. Мощность переменного тока: разложеніе силы тока на составляющія. Электродинамометръ; ваттметръ. Элементарная теорія двигателей двухфазного тока. Теорія трансформатора. Телефонъ и микрофонъ.—Перечень практическихъ единицъ.

БИБЛІОГРАФІЯ.

Электротехническая Библиотека. Т. VI. Современное ученіе объ электричествѣ въ элементарно-математической обработкѣ. Д-ра Шумана. Переводъ съ нѣмецкаго Н. Державина. Съ 122 фиг. въ текстѣ. СПб. Издание журнала "Электричество". 1902. XIII + 224 стр. въ 8 д. листа. Цѣна 2 р. 50 к.

Мы уже сообщали нашимъ читателямъ о нѣмецкомъ изданіи выпущенного въ настоящее время въ русскомъ переводе сочиненія Шумана *).

Авторъ имѣлъ въ виду дать нетрудное пособіе тѣмъ, кто желалъ бы, не приѣзжая къ помощи высшей математики, возможно точно ознакомиться съ современнымъ ученіемъ объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, авторъ стремился къ тому, чтобы его трудъ, давая начальную теоретическую подготовку лицамъ, желающимъ посвятить свои силы электротехникѣ, являлся, такимъ образомъ, достаточнымъ и вполнѣ научнымъ введеніемъ къ болѣе подробнымъ, специальнымъ курсамъ электричества и электротехники.

Особенность предлагаемой книги и главныйшее отличіе ся отъ большей части другихъ элементарныхъ руководствъ по электричеству заключается въ томъ, что авторъ ея при объясненіи всѣхъ вообще электрическихъ и магнитныхъ явленій исходитъ изъ основного положенія, впервые установленного Фарадеемъ, что всѣ электрическія и магнитныя явленія обусловливаются особыми измѣненіями въ средѣ, по

* См. Электричество. 1899 г., № 8, стр. 126.

НОВЫЯ КНИГИ.

Василій Первенко. Мысли о теплотѣ и электричествѣ, какъ о единой силѣ въ природѣ. Выпукъ I. Всемирное тяготѣніе и движение планетъ, какъ слѣдствіе могущества солнечной луночесферы. Кіевъ. 1901. V+III+177 стр. въ 8 д. л.

Русское электрическое общество "Уніонъ":

Электрическіе счетчики системы "Уніонъ". № 134.

Электрическіе счетчики системы Томсона. № 135.

Production et distribution de l'energie

pour la traction électrique., par **Henry Martin**, Ingénieur des Arts et Manufactures. Avec 870 figures dans le texte. Paris. Librairie Ch. Beranger, éditeur. 1902. 749 стр. въ 8 б. л. л. Цѣна 25 фр. (около 10 руб.).

L. Perissé et R. Godfernaud. Traction mécanique sur rails et sur routes pour les Transports en commun. Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France. (Bulletins de décembre 1899, janvier et mars 1900). Paris. V-ve Ch. Dunod, éditeur. 1900.

Boîte de la Tour. Méthode pratique pour calculer les moteurs asynchrones polyphasés. Paris. Librairie Béranger. 1902. 216 стр. въ 8 б. л. л. Цѣна 12 фр. 50 см. (около 5 руб.).

La lampe à incandescence. Lampes neuves et réparations, par Lion Grininger. M. M. J. Loubat et Co. Paris. 1900. 86 стр. въ 16 л. л.

Atelier de construction Oerlikon. Tramways de la ville de Lucerne. 1900. 11+15 стр. и 43 отд. листа чертежей и рисунковъ.

Transmission et distribution d'énergie électrique—La Goule. 1901. 23+17 стр. и 24 отд. листа чертежей и рисунковъ.

Transmission et distribution d'énergie électrique—Les Clées—Uverdon. 1900. 15+11 стр. и 19 отд. лист. черт. и рисунковъ.

Chemin de fer de la Jungfrau. 1901. 20+26 стр. и 57 отд. л. черт. и рисунковъ.

Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. Herausgegeben von **Paul Blaschke**. Mit einem Vorwort von Dr. F. Niethammer, I Theile. Deutsch—Französisch—Englisch. Leipzig. Verlag von S. Hirzel. 1901. Цѣна 5 марокъ.

Elektroingenieur Kalender 1902. Herausgegeben von **A. Hirsch und F. Wilking**, in Berlin VII Jahrgang. Berlin Verlag von scar Coblenz. Цѣна 2 м. 50 пф.

Второй Всероссийской Электротехнической Съезда въ Москвѣ.

Открытие Второго Всероссийского Электротехнического Съезда въ Москвѣ состоится 28-го декабря, въ 1 ч. дня, въ помещении московской городской думы по следующей программѣ:

1. Молебствие.
2. Привѣтствие Предсѣдателя Съезда князя В. М. Голицына.
3. Привѣтствія депутатовъ.
4. Рѣчь Предсѣдателя Постоянного Комитета Съездовъ Н. П. Петрова.
5. Рѣчь Проф. Н. Гр. Егорова.
6. Рѣчь Тов. Предс. А. И. Смирнова о задачахъ Второго Всероссийского Электротехническаго Съезда.
7. Краткій отчетъ о дѣятельности Постоянного Комитета.
8. Отчетъ Тов. Предс. Мѣстнаго Бюро А. Г. Бессона о дѣятельности Мѣстнаго Бюро.
9. Отчетъ А. А. Спицина по устройству Выставки.

По окончанію собранія около 4 ч. дня по-

следуетъ молебствие въ помещеніи выставки (Б. Дмитровка, д. Георгиевского монастыря) и открытие ея.

Вечеромъ въ 8 ч. состоится товарищеское собрание членовъ Съезда въ Большой Московской гостиннице для взаимного ознакомленія.

Занятія Съезда въ следующіе дни будутъ распределены следующимъ образомъ:

29, 30, 31 Дек. и 2, 3 и 4 Января, утромъ — осмотры и засѣданія Комиссій. Съ 1 ч. дня до 3 ч., засѣданія I Отдѣла (общіе вопросы); послѣ 3-хъ ч. засѣданія остальныхъ отдѣловъ (одновременно три или четыре отдѣла). На вечеръ назначены также осмотры и засѣданія Комиссій. Кроме того, 30-го Декабря вечеромъ состоится въ Городской Думѣ раутъ, устраиваемый гг. членами Съезда Московской Городской Думы, 2-го Января въ 8 ч. веч. соед. засѣд. V гр. М. О. И. Р. Т. О. со Съездомъ, а 4-го въ 8 час. вечера осмотръ электротехнической и инженерной лабораторій Московского Инженерного училища В. И. С. 5-го Января въ 10 ч. утра назначено въ помещеніи Московской Городской Думы Общее Собрание для принятія резолюцій; въ тотъ же день вечеромъ въ 8 ч. состоится торжественное собрание въ помещеніи Городской Думы для закрытия Съезда.

Занятія и засѣданія Съезда будутъ проходить въ помещеніи Политехническаго Музея у Ильинскихъ воротъ.

Въ виду большаго числа заявленныхъ докладовъ занятія Съезда разбиты на отдѣлы:

I Отдѣль. Общіе вопросы, — подъ предсѣд. А. И. Смирнова.

II Отдѣль. Научные вопросы, измѣрительные приборы и методы измѣрения, — подъ предсѣд. II. Д. Войнаровскаго.

III Отдѣль. Примѣненіе электротехники въ промышленности, — подъ предс. А. А. Воронова.

IV Отдѣль. Электрическія желѣзныя дороги, — подъ предсѣд. А. Г. Бессона.

V Отдѣль. Техника слабыхъ токовъ, — подъ предс. Н. С. Осадчаго.

VI Отдѣль. Электротехническое образованіе, — подъ предсѣд. М. Я. Кульчицкаго.

Общее число заявленныхъ по 15 Дек. докладовъ свыше 75. Число членовъ, записавшихся по 15 Дек. свыше 300.

Всѣ съѣдѣнія, относящіяся до Съезда, можно получать до 28 Дек. въ Москвѣ, въ канцеляріи Мѣстнаго Бюро (Неглинный проѣздъ, д. Гонецкой, помещеніе музея Гигиены и Санитарной Техники), а послѣ 28 Дек. въ помещеніи засѣданій Съезда.