

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Замѣтки по трамвайному дѣлу.

Инж.-техн. А. Г. Коганъ, завѣдующій техническимъ отдѣломъ подготовительной коммисіи о городскихъ желѣзныхъ дорогахъ въ СІВ., при посѣщеніи въ нынѣшнемъ году главнѣйшихъ городовъ Западной Европы: Дрездена, Мюнхена, Парижа, Брюсселя, Гамбурга и Берлина имѣлъ возможность осмотрѣть въ названныхъ городахъ стѣи электрическихъ желѣзныхъ дорогъ и выяснитъ рядъ вопросовъ, имѣющихъ особенное значеніе при разрѣшеніи подобныхъ же вопросовъ, связанныхъ съ разработкою проекта о переустройствѣ нашихъ городскихъ желѣзныхъ путей на электрическія дороги. Въ виду особеннаго значенія и интереса, какой представляютъ данныя, заключающіяся въ представленномъ имъ отчетѣ, мы съ согласія многоуважаемаго автора и председателя подготовительной коммисіи Е. И. Кедрина приводимъ его отчетъ въ полности.

Система пути. Во всѣхъ осмотрѣнныхъ мною сѣтяхъ примѣняется система пути на продольныхъ основаніяхъ. Нигдѣ не встрѣчается основанія пути на поперечныхъ шпалахъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ загородныхъ линий, проложенныхъ въ шоссе. Въ виду все болѣе и болѣе распространяющагося улучшенія системы замощенія—городскія дороги, пользующіяся улицами для прокладки своихъ путей, принуждены изыскивать наиболѣе солидныя системы основанія и самаго пути, такъ какъ всякій ремонтъ пути, вслѣдствіе связанной съ нимъ необходимости взламывать мостовую, обходится крайне дорого. Кромѣ того, устойчивость пути необходима и для уменьшенія расхода на ремонтъ подвижного состава, крайне чувствительнаго къ состоянию пути.

Изъ осмотрѣнныхъ мною сѣтей выяснилось, что до настоящаго момента еще не опредѣлилась та система основанія, которая могла бы быть рекомендована какъ абсолютно годная для всѣхъ электрическихъ дорогъ. Каждая дорога производитъ и понынѣ еще испытанія надъ различного рода основаніями для пути, а также и надъ системой стыковыхъ соединеній. Разнообразіе условий, въ которыхъ находятся различныя сѣти,

вызываютъ и различныя рѣшенія этихъ задачъ. Одно можно сказать: вездѣ стремятся къ возможно незыблемому, твердому, требующему минимума ремонта—основанію. Такимъ основаніемъ должно быть признано безусловно только основаніе изъ бетона или же твердо уплотненный слой каменнаго щебня съ нижнимъ слоемъ изъ крупнаго камня (Packlage). Всѣ дороги, осмотрѣнныя мною, примѣняютъ эти двѣ системы основанія и только форма примѣненія различна. На болѣе центральныхъ улицахъ, въ особенности гдѣ мостовыя асфальтовыя, все основаніе подъ путями, а также и по всей ширинѣ улицы—сплошной бетонъ. На болѣе удаленныхъ отъ центра улицахъ продольныя стѣнки изъ бетона или изъ щебня.

Изъ моихъ разспросовъ о томъ, насколько практично это основаніе—почти всѣ высказались за него, за исключеніемъ нѣкоторыхъ оговорокъ въ Гамбургѣ, гдѣ жаловались на раздробленіе бетона подъ стыками, объясняя впрочемъ это обстоятельство неразрѣшеннымъ еще вопросомъ о лучшемъ стыковомъ соединеніи, а также и невозможностью по мѣстнымъ условіямъ дать бетону достаточно времени затвердѣть.

Въ Берлинѣ, гдѣ большинство улицъ имѣютъ сплошное бетонное основаніе, подъ рельсы подливается слой асфальта, толщиной въ 20—30 мм., для уменьшенія жесткости движенія по путямъ, проложеннымъ на бетонѣ.

Въ Парижѣ большинство улицъ также снабжены сплошнымъ бетоннымъ основаніемъ и рельсы укладываютъ непосредственно на бетонѣ съ подливкой ихъ цементнымъ растворомъ.

При примѣненіи слоя щебня на крупныхъ камняхъ требуется возможно большее уплотненіе этого основанія, для чего примѣняется засыпка нижнихъ камней крупнымъ пескомъ съ обильной поливкой водой, до отказа. Верхній слой щебня плотно утрамбовывается и промежутки также заполняются гравіемъ и обильно поливаются водой. На этомъ основаніи укладываются рельсы съ возможно широкой подошвой и подбиваются еще слоемъ крупнаго гравія. Положенные на такомъ основаніи пути на улицахъ, гдѣ нѣтъ сплошнаго бетона и очень дорогой мостовой, вполне удовлетворяютъ требованіямъ движенія и даютъ даже болѣе спокойную ѣзду, чѣмъ на бетонѣ.

У насъ высказывалось опасеніе, что такое основаніе служило бы какъ бы дренажемъ окружающей среды и что образовавшееся вслѣдствіе этого стеченіе воды вынесло бы все заполненіе между крупными камнями и подмыло бы основаніе. Хотя почти горизонтальное положеніе улицъ Петербурга и не давало повода опасаться образования настолько сильныхъ потоковъ, чтобы они были въ состояніи смыть плотно утрамбованный и защищенный крупными камнями гравій, но руководствуясь желаніемъ предложить основаніе болѣе совершеннаго типа, Технической Совѣтъ и Отдѣлъ рекомендовали примѣненіе бетонныхъ продольныхъ стѣнокъ, причѣмъ съ цѣлю удешевленія—предложено было уменьшить сѣченіе бетона, снабдивъ его желѣзной арматурой. Спрошенные мною специалисты отзывались о такомъ основаніи одобрительно и высказались за желательность его примѣненія какъ интереснаго опыта къ увеличенію сопротивленія рельса на изгибъ и сохраненія возможности производить работы подъ путями, не перемѣщая таковыхъ и не примѣняя значительныхъ крѣпкъ для поперечныхъ канавъ. Были только высказаны совѣты соединить еще въ извѣстномъ разстояніи продольные брусья—поперечными, чтобы образовать болѣе цѣльное основаніе, въ особенности на закругленіяхъ.

Остается пожалѣть, что Городская Дума не согласилась на предложенное комиссіей основаніе и предпочла основаніе на шпалахъ, что вызоветъ несомнѣнно очень много неудобствъ, какъ по отношенію къ увеличенному расходу на ремонтъ пути, такъ и по отношенію къ примѣненію правильной мостовой.

Что касается вопроса о типѣ рельса, то во всѣхъ современныхъ постройкахъ признанъ наиболѣе цѣлесообразнымъ рельсъ типа Фениксъ, причѣмъ признается необходимымъ, въ виду сильнаго напряженія, которому подвергается рельсъ при эксплуатациіи городскихъ электрическихъ дорогъ, вслѣдствіе частаго тормаженія, малаго радіуса кривыхъ и вліянія уличнаго движенія, примѣнить возможно тяжелый типъ рельса. Въ Берлинѣ, на примѣръ, администрація не допускаетъ прокладки рельса вѣсомъ менѣе чѣмъ въ 118 кгр. на пог. метръ пути, что соотвѣтствуетъ вѣсу рельса въ 51—53 кгр. Въ Гамбургѣ тоже. По поводу проектированнаго для С.-Петербурга рельса въ 42 кгр. почти всѣ спрошенные мною лица высказались, что при томъ движеніи, на которое нужно рассчитывать въ С.-Петербургѣ—этотъ вѣсъ далеко недостаточенъ и что если онъ будетъ примѣненъ, не пройдетъ много времени какъ надо будетъ думать о его замѣнѣ или же подвергать пути постоянному ремонту.

Что касается стыковаго соединенія, то оказывается, что еще недавно повсюду введенный типъ полустыка Шмидта, казавшійся въ первое время его примѣненія очень солиднымъ и практичнымъ, оказался впоследствии совсѣмъ непригод-

нымъ. Несмотря на поставленные условія, чтобы матеріалъ накладки былъ одинаковой твердости какъ и рельсъ, уже по существу изготовленія накладокъ оказывается невозможнымъ достичь одинаковой твердости. Затѣмъ по мѣрѣ износа бандажей, послѣдній начинаетъ давить на накладку, стараясь удалить ее отъ рельса, вслѣдствіе чего зазоръ между рельсомъ и накладкой увеличивается, а это вызываетъ ударъ, но уже не въ одномъ мѣстѣ, какъ при обыкновенныхъ стыкахъ, а въ трехъ мѣстахъ, что ведетъ къ довольно быстрому разрушенію стыка. Мнѣ пришлось видѣть въ музеѣ Гамбургскихъ дорогъ вырѣзанные изъ пути подобные стыки, а также наблюдать и имѣющіеся еще въ большомъ количествѣ подобные стыки въ Дрезденѣ, Гамбургѣ и Берлинѣ и убѣдиться, что необходимо будетъ отказаться и въ Петербургѣ отъ предложенной системы стыковъ Шмидта. Въ настоящее время предпочитаютъ обыкновенный стыкъ съ сильными охватывающими подошву рельса накладками и уменьшая по возможности зазоръ между рельсами.

Кромѣ того, въ испытаніи находятся уже въ большомъ числѣ стыки рельса, сваренные по системѣ Гольдшмидта (термитъ) и до сихъ поръ ими довольны. Характерно то, что по новому методу Гольдшмидта свариваютъ вполнѣ только нижнюю часть рельса, оставляя слабый зазоръ на головкѣ. Объясняютъ это тѣмъ, что нижняя часть рельса, какъ закрытая землей, не подвергается вліянію разницы температуръ какъ верхняя головка, а потому и не должна выдерживать такого напряженія металла при расширеніи или стягиваніи рельса, а потому и разрывы случаются гораздо рѣже. Кромѣ того, признается практичнымъ, на извѣстныхъ разстояніяхъ устранять компенсационные стыки, позволяющіе расширеніе пути, но за которыми необходимо специально наблюдать для поддержанія ихъ въ порядкѣ. Было бы желательно, въ виду крайней важности этого вопроса, чтобы комиссія предложила Думѣ примѣнить въ видѣ опыта на одной изъ линій этотъ способъ сварки стыковъ, чтобы убѣдиться въ его пригодности для климатическихъ условій С.-Петербурга. Конечно необходимо при этомъ примѣнить сплошное основаніе, такъ какъ на шпалахъ едва ли можно думать о его примѣненіи.

Изъ вышеизложеннаго, а также изъ моего личнаго впечатлѣнія видѣннаго и слышаннаго, я остаюсь по прежнему убѣжденнымъ сторонникомъ солиднѣйшаго типа пути для электрическихъ дорогъ и позволяю себѣ рекомендовать комиссіи вновь поднять въ думѣ вопросъ о системѣ пути, такъ какъ таковой есть важнѣйшій элементъ для правильнаго и экономичнаго веденія эксплуатациіи электрическихъ дорогъ. Всякій ложный шагъ въ этомъ направленіи, излишекъ экономіи въ первоначальной затратѣ, — тяжело ляжетъ потомъ на все дѣло улучшенія способовъ передвиженія въ С.-Петербургѣ. Если

посмотрѣть на ту массу затратъ, которую приходится дѣлать теперь тѣмъ дорогамъ, которыя или положили слишкомъ слабый рельсъ или сдѣлали плохое основаніе и принуждены теперь замѣнять ихъ болѣе тяжелыми, если видѣть тѣ неудобства, которыя испытываетъ публика при подобныхъ работахъ, то еще болѣе приходится настаивать на томъ, чтобы на этотъ вопросъ было обращено комиссіей особое вниманіе. Съ самаго возбужденія вопроса объ примѣненіи электрической тяги въ С.-Петербургѣ я не перестаю отстаивать тяжелый типъ рельса и солидное основаніе и все, что я видѣлъ теперь и что мнѣ приходится слышать и читать, еще болѣе подтверждаетъ меня въ правильности моего взгляда на эту часть сооруженія. Необходимо настаивать передъ думою и администраціей о пересмотрѣ этого вопроса и предложить примѣнить тяжелый рельсъ не менѣе 47—50 кгр. на пог. метръ съ солидными обхватывающими накладками на сплошномъ основаніи. Впредь же до окончанія работъ по канализаціи, когда необходимо будетъ и радикально измѣнить всю систему укрѣпленія уличнаго полотна—примѣнить продольное основаніе или на бетонѣ или же на слоѣ камня со щебнемъ, тѣмъ болѣе, что Министерство Внутреннихъ Дѣлъ утвердило послѣдній способъ основанія для Московскихъ городскихъ электрическихъ дорогъ.

2. Типъ вагона. На осмотровѣнныхъ мною дорогахъ находятся въ движеніи весьма разнообразныя типы вагоновъ, которые, впрочемъ, могутъ быть приведены къ слѣдующимъ тремъ главнымъ типамъ:

1) Вагонъ на 18—20 мѣстъ для сидящихъ и 12—16 для стоящихъ, на двухъосной телѣжкѣ.

2) Вагонъ на 28—30 мѣстъ для сидящихъ съ продольными скамьями и на 10—12 для стоящихъ на платформахъ, на двухъ двухъосныхъ телѣжкахъ.

3) Вагонъ съ двумя закрытыми отдѣленіями для сидящихъ на 22—26 мѣстъ, средней платформой для стоящихъ на 10—15 мѣстъ и двумя крайними платформами, на которыя, впрочемъ, пассажиры не допускаются (Парижъ). Этотъ вагонъ также снабженъ двумя двухъосными телѣжками.

На всѣхъ нѣмецкихъ линіяхъ существуетъ только одинъ классъ, а потому вопроса о раздѣленіи мѣстъ на два класса не существуетъ. Въ Брюсселѣ и Парижѣ имѣются два класса, причемъ въ Брюсселѣ примѣняются вагоны 1-го типа, раздѣленные пополамъ перегородкой. Пассажиры допускаются на обѣ платформы, причемъ дозволенъ входъ и выходъ пассажировъ съ обѣихъ платформъ.

Въ Парижѣ одно изъ отдѣленій (меньшее) считается I-мъ классомъ, а также и небольшая часть средней платформы. Остальная часть вагона II-й классъ. Входъ и выходъ пассажировъ чрезъ среднюю площадку, причемъ устроены на ней 2 схода, одинъ для каждаго класса.

Кромѣ того, въ Парижѣ существуютъ и вагоны съ имперіаломъ (системы Мекарскаго и съ аккумуляторами). На нихъ имперіаль считается II-мъ классомъ.

Наиболѣе распространеннымъ и подходящимъ къ условіямъ эксплуатаціи оживленныхъ линій городскихъ дорогъ съ сильно мѣняющимся контингентомъ пассажировъ, является по мнѣнію большинства, если не сказать всѣхъ завѣдывающихъ эксплуатаціей,—это вагонъ I-го типа, причемъ въ часы наибольшаго прилива пассажировъ къ нему прибавляется прищѣпной вагонъ.

Лишь на линіяхъ, имѣющихъ пригородное значеніе, т. е. съ контингентомъ пассажировъ, проезжающихъ длинныя участки, для линій, соединяющихъ пригороды съ центромъ города, являются болѣе удобными вагоны II-го типа, такъ какъ здѣсь смѣна пассажировъ сравнительно мала, скорость больше, а такъ какъ примѣненіе двухъ телѣжекъ даетъ болѣе спокойную ѣзду, то и публика предпочитаетъ пользоваться длинными вагонами. Примѣненіе же такихъ длинныхъ вагоновъ для центральныхъ линій съ часто мѣняющимся контингентомъ пассажировъ является невыгоднымъ, потому что время потребное на выходъ и входъ пассажировъ при 2-хъ только входахъ—сильно увеличивается, а потому и средняя скорость движенія уменьшается, а въ случаѣ если по той же линіи циркулируютъ и малые вагоны—движеніе ихъ также замедляется.

Кромѣ того, степень использованія такихъ вагоновъ является меньшею, такъ какъ увеличеніе числа мѣстъ въ вагонѣ не соотвѣтствуетъ увеличенію мертваго груза вагона, а коэффициентъ заполненія ихъ также меньшій, чѣмъ у малыхъ вагоновъ.

Но разъ поставлено условіе имѣть 2 класса—является необходимостью, во-первыхъ: дать возможно удобное раздѣленіе помѣщеній для 2-хъ классовъ; во-вторыхъ: дать наибольшее число входовъ и выходовъ, дабы не задерживать вагона на остановкахъ. Вслѣдствіе этихъ требованій и явился вагонъ типа III. Въ Парижѣ большинство линій снабжены такими вагонами и такой же типъ былъ предложенъ комиссіей для 3-хъ первыхъ линій въ С.-Петербургѣ. Однако мои личныя наблюденія въ Парижѣ и переговоры съ людьми, стоящими близко къ эксплуатаціи, выяснили мнѣ, что этотъ типъ представляеть много неудобствъ и какъ разъ для центральныхъ линій съ большимъ мѣняющимся числомъ пассажировъ. Если допустить посадку и выходъ пассажировъ только съ центральной платформы, какъ это дѣлается въ Парижѣ, то выгода 4-хъ входовъ и выходовъ пропадаетъ. Если же допустить выходъ и входъ съ крайнихъ площадокъ и съ средней, то явится громадное затрудненіе обслуживать такой большой вагонъ однимъ кондукторомъ, такъ какъ и теперь при допущеніи входа и выхода пассажировъ только съ средней площадки является невозможность

въ часы прилива публики слѣдить за тѣмъ, чтобы всѣ пассажиры уплачивали за проѣздъ. По словамъ директора Восточнаго Общества трамваевъ въ Парижѣ, въ праздничные дни теряется до 10% выручки, вслѣдствіе этого. Иначе пришлось бы на одинъ вагонъ имѣть 2-хъ кондукторовъ.

Если же приходится имѣть 2-хъ кондукторовъ, то выгода большихъ вагоновъ пропадаетъ и болѣе выгодно тогда имѣть прицепной вагонъ, такъ какъ число мѣстъ для пассажировъ тогда увеличивается и использование подвижного состава является лучшимъ.

Наиболѣе цѣлесообразнымъ, по моему мнѣнію, является система, примѣняемая въ Берлинѣ. Большинство линий проходятъ изъ одной окраины къ другой черезъ центръ. Промежутки между проходами вагоновъ такихъ линий (до 24 километровъ) отъ $7\frac{1}{2}$ до 15 м. На центральной части этихъ линий пускаютъ другіе вагоны, не доходящіе до конца. На первыхъ линияхъ, обслуживающихъ окраины города и которыя являются какъ бы пригородными линиями пускаютъ большіе вагоны. На линияхъ же въ болѣе центральныхъ частяхъ города или на центральныхъ участкахъ первыхъ линий, пускаютъ малые вагоны, причемъ въ часы наибольшаго прилива публики къ нимъ прибавляются прицепные вагоны. Если линия исключительно центральная съ равномернымъ числомъ пассажировъ, то поѣзда изъ 2-хъ вагоновъ ходятъ цѣлый день, причемъ для уменьшенія потери времени на маневры—стараятся образовать на концѣ линии между двумя путями кольцо (Schleife).

Въ праздники или въ часы наибольшаго отлива пассажировъ изъ города къ окраинамъ или обратно, прибавляютъ и къ большимъ вагонамъ прицепные, но на короткое время.

Такимъ образомъ для Петербурга необходимо рѣшить вопросъ о выборѣ болѣе подходящаго типа вагона, исходя изъ слѣдующихъ положеній:

1) Допустить входъ и выходъ пассажировъ съ обѣихъ платформъ. Въ этомъ случаѣ возможно раздѣленіе классовъ, не смѣшивая пассажировъ, но рискуя потерять плату пассажировъ, оставляющихъ вагонъ съ передней площадки, раньше чѣмъ кондукторъ успѣетъ обойти весь вагонъ. Вѣроятность такой потери увеличится, чѣмъ больше будетъ вагонъ.

Правда, въ Берлинѣ, позволяютъ входъ и выходъ пассажировъ съ передней площадки только для тѣхъ изъ нихъ, которые остаются на площадкѣ. Изъ внутренней части вагона можно выходить только черезъ заднюю площадку. Но тамъ существуетъ только одинъ классъ. Тогда вагоновожатый имѣетъ еще возможность предупредить кондуктора звонкомъ, что на площадку вошелъ новый пассажиръ. Если же допустить выходъ пассажировъ и изнутри вагона черезъ переднюю площадку, контроль вагоновожатаго является невозможнымъ. Такимъ образомъ въ

Петербургѣ, при наличности 2-хъ классовъ—такое рѣшеніе возможно лишь въ томъ случаѣ, если ограничить число мѣстъ II класса—только передней площадкой. Такъ какъ она предполагается закрытой, то можетъ быть это и было бы болѣе рациональнымъ рѣшеніемъ вопроса, хотя число мѣстъ II-го класса было бы ограничено.

2) Допустить проходъ пассажировъ II-го класса черезъ отдѣленіе I-го класса (считая переднее отдѣленіе II кл.) и обратно. Это рѣшеніе является очень неудобнымъ для пассажировъ обѣихъ классовъ и увеличиваетъ опять-таки время остановокъ, такъ какъ для обѣихъ классовъ является только одинъ выходъ, служащій также и входомъ. Уже помня то, что наша публика I класса слишкомъ отличается отъ публики II класса, рѣшеніе это едва ли допустимо, имѣя въ виду кромѣ того цѣль электрической тяги—по возможности ускорить передвиженіе.

3) Прибѣгнуть къ типу вагона № III, т. е. раздѣлить вагонъ на 2 независимыя отдѣленія для I и II класса и устроить выходъ черезъ среднюю площадку. Выгоды и невыгоды этого типа были уже изложены выше и, наконецъ,

4) Образовать поѣзда изъ 2-хъ вагоновъ, вагона-двигателя и прицепного, сдѣлать переднюю площадку вагона двигателя недоступной для пассажировъ и считать вагонъ-двигатель I классомъ, а прицепной вагонъ II классомъ.

Изъ вышеизложеннаго ясно, что необходимо будетъ помириться съ какими либо неудобствами той или другой комбинаціи. Рѣшеніемъ вопроса, представляющимъ наименьшее число неудобствъ, было бы слѣдующее:

1) Для линий пригородныхъ съ большимъ пробѣгомъ пассажировъ, какъ, напримѣръ, Каменноостровская линия, Шлиссельбургская, Лѣсная, Политехническая, Крестовская, Московское шоссе—примѣнять вагоны большіе съ 2-мя отдѣленіями (типъ III).

2) Для центральныхъ линий съ большимъ движеніемъ (Невская, Садовая, Литейный, Казанская, Бассейная, Вас. Остр. и т. п.) поѣзда изъ 2-хъ вагоновъ, считая вагонъ-двигатель за I кл. (28—30 мѣстъ) и прицепной за II кл. (причемъ двери передней площадки держать запертыми съ обѣихъ сторонъ, а допустить выходъ только съ задней площадки, а зимою держать эту площадку свободной отъ пассажировъ).

3) Для мало оживленныхъ линий вагоны малога типа (№ 1) съ выходомъ и входомъ пассажировъ черезъ обѣ площадки. (Контроль облегчается небольшимъ числомъ пассажировъ).

Переходя къ деталямъ оборудованія вагона, надо замѣтить, что стремленіе къ закрытымъ площадкамъ замѣчается все больше и больше, въ особенности для линий пригородныхъ.

Большое разнообразіе видно и въ способѣ закрытія площадокъ. Примѣняются обыкновенныя желѣзныя двери на петляхъ или навѣсныя, въ видѣ шарнирныхъ соединеній (гильотины), поды-

мающихся перекладинъ, цѣпочекъ и пр. Тѣ и другіе имѣютъ свои хорошія и дурныя стороны. Наибольше практичными надо считать складывающіяся дверцы, устанавливаемыя вдоль поперечной стѣнки вагона. Гильотины очень опасны для неопытной публики и причиняютъ пораненія пальцевъ и рукъ.

Очень важный вопросъ о способѣ тормажения до сихъ поръ не получилъ окончательнаго разрѣшенія. Но повидимому наибольше рациональное, хотя можетъ быть и дорогое, рѣшеніе вопроса заключается въ снабженіи вагоновъ тремя тормазами: ручнымъ, электрическимъ (короткое замыканіе) и воздушнымъ или электромагнитнымъ. Все большее распространеніе получаетъ воздушный (онъ примѣненъ въ Мюнхенѣ, Парижѣ, Брюсселѣ, Берлинѣ), хотя еще и не на всѣхъ вагонахъ. Изъ двухъ системъ привода въ дѣйствіе воздушнаго насоса, наибольше распространены способъ непосредственнаго привода отъ оси (эксцентрикъ), хотя есть опыты и съ независимымъ двигателемъ. Ремонтъ и содержаніе воздушнаго тормазы обходится безусловно дороже, чѣмъ другихъ тормазовъ, но дѣйствіе его наибольше надежное и наименѣе неприятное для пассажировъ. Въ Парижѣ ремонтъ тормазовъ обходится до 300 фр. въ годъ на вагонъ. Но общее неправильное устройство ходовыхъ частей вагоновъ и плохой уходъ за ними легко объясняютъ эту дороговизну ремонта.

Въ Англіи и Америкѣ начинается распространяться и электромагнитный тормазъ Вестингауза*), но ближайшія практическія данныя о его примѣненіи еще мало распространены.

Мнѣ кажется, что принципиально необходимо высказаться за введеніе воздушныхъ тормазовъ для большихъ вагоновъ. Для малыхъ же желательно часть вагоновъ, въ видѣ опыта, оборудовать и электромагнитнымъ тормазомъ Вестингауза или Уніона (Schienenbremse).

Что касается до системы телѣжекъ, то наибольше простыми и дешевыми въ ремонтѣ оказываются телѣжки, состоящія изъ цѣльныхъ продольныхъ рамъ изъ литой или штампованной стали. Необходимо однако буксовые щеки (рамы) снабдить прокладками, чтобы износъ таковыхъ не влекъ за собой ремонтъ всей рамы, а только замѣну щеки.

Наилучшей подвѣской для вагона съ двухъосной телѣжкой являются плоскія ленточныя рессоры. Спиральныя или недостаточно эластичны или же слишкомъ слабы и причиняютъ сильное качаніе вагона.

Для большихъ вагоновъ примѣняются телѣжки съ равными и неравными колесами (Maximum trues). Последнія болѣе цѣлесообразны, такъ какъ позволяютъ проходить вагона въ малыхъ кривыхъ, не увеличивая чрезмѣрно высоту платформы вагона. Примѣненіе шкворней для поворотныхъ телѣжекъ оставляется и замѣняется ве-

деніемъ поворотной части въ 3-хъ точкахъ круга. Наибольше практичными оказываются телѣжки, примѣненныя въ послѣднихъ большихъ вагонахъ въ Берлинѣ (Convertible cars).

Повсемѣстно предупреждаютъ относительно цѣлесообразнаго выбора величины электродвигателя. Многія дороги сдѣлали ошибку, примѣнивъ слишкомъ слабые двигатели. Соображеніе объ лучшемъ использованіи коэффициента полезнаго дѣйствія двигателя должно отступить передъ необходимостью имѣть достаточно сильный двигатель, такъ какъ нагрузка его мѣняется въ очень большихъ предѣлахъ. Работа двигателя въ снѣгъ, гололедицу, бурю почти вдвое большая, чѣмъ нормальная, а такъ какъ въ Петербургѣ мы будемъ имѣть длинные періоды такой нагрузки, величина электродвигателя должна быть соотвѣтственно выбрана. Что касается качества двигателей, то съ наибольшей похвалой отзываются объ электродвигателяхъ Уніона, Вестингауза и послѣднемъ новомъ типѣ Сименса. Прежними электродвигателями Шуккерта очень недовольны. Новый же типъ еще недостаточно испытанъ. Впрочемъ типъ Шуккерта вѣроятно не будетъ больше фабриковаться, такъ какъ фирма соединилась съ Сименсомъ и будетъ выпускать одинъ родъ двигателей.

Въ остальныхъ частяхъ оборудования—мало новаго и все предвидѣнное въ проектѣ 3-хъ линий—можно признать цѣлесообразнымъ.

3. Воздушные провода. Эта часть оборудования электрическихъ дорогъ, служащая до сихъ поръ пугаломъ для лицъ, имѣющихъ интересы совершенно посторонніе цѣлесообразному и экономическому устройству будущей стѣти С.-Петербургскихъ городскихъ дорогъ,—приобрѣла полныя права гражданства во всѣхъ значительныхъ городахъ Европы. Если и есть еще противники введенія этой системы тяги, то только изъ чисто эстетическихъ соображеній, но отнюдь не изъ-за опасностей, которыя могутъ представить воздушные провода. Но если присмотрѣться къ какой массѣ неудобствъ и къ какимъ большимъ затратамъ приходится прибѣгать, чтобы избавиться отъ воздушныхъ проводовъ, то легко понять тотъ фактъ, что до тѣхъ поръ, пока электрическія дороги находятся въ рукахъ концессионеровъ и пока городскія управленія могутъ все требовать, не рискуя ничѣмъ—требованія о примѣненіи системы безъ воздушныхъ проводовъ остаются въ силѣ. Но какъ только городское управленіе устраиваетъ дороги за свой счетъ—эти требованія отпадаютъ—и вездѣ городскія дороги за счетъ города строятся съ воздушными проводами. Ниже я укажу на то, что можно сдѣлать въ настоящее время безъ воздушныхъ проводовъ. Теперь коснусь вопроса о подвѣсѣ воздушнаго провода.

Какъ всякая новая вещь и воздушные провода должны были перенести, если можно такъ сказать, дѣтскія болѣзни. Только практика и все

*) См. Э—во, 1901 г., № 22, стр. 328.

большее и большее развитие техники показали, что можно и при воздушных проводах достичь почти полной безопасности.

В некоторых мѣстах пришлось прибѣгнуть для этого къ некоторымъ мѣрамъ, которыя хотя и достигаютъ цѣли, но настолько усложняютъ систему подвѣса и даютъ ей некрасивый видъ, что даютъ еще большее оружіе противникамъ воздушныхъ проводовъ. Несмотря на это, публика настолько привыкаетъ къ этимъ невыгоднымъ для внѣшняго вида сооруженіямъ и настолько довольна удобствами доставляемыми ей правильнымъ и удобнымъ сообщеніемъ, что совершенно не обращаетъ вниманія на эти приспособленія.

Но нѣтъ необходимости примѣнять такія приспособленія, если съ самаго начала цѣлесообразно устроить подвѣску провода.

Необходимо здѣсь замѣтить, что почти всѣ случаи разрыва провода происходятъ у точекъ его подвѣса. Это объясняется тѣмъ, что роликъ встрѣчая точку подвѣса, выгибаетъ проводъ кверху, который затѣмъ послѣ прохода ролика опускается внизъ. Если представить себѣ, что эта точка подвѣса неподвижна, то около нея проводъ будетъ испытывать перегибъ вверхъ и внизъ, каждый разъ когда будетъ проходить роликъ. Если не слѣдить тщательно за состояніемъ провода у мѣста подвѣса—можетъ наступить моментъ, когда проводъ потеряетъ свою прочность и лопнетъ. Если однако слѣдять точку подвѣса эластичной, если держать проводъ въ такомъ состояніи натяженія, что при какой бы то ни было температурѣ проводъ достаточно натянуть, если наконецъ силу давленія ролика или дуги урегулировать такъ, что она не въ силахъ дѣлать большіе прогибы провода—причина, вызывающая разрывъ, уничтожается, и если организовать къ тому правильный надзоръ за воздушной линіей—вѣроятность разрыва приведется къ нулю.

Первоначально употребляли для поддержки провода довольно длинные массивные держатели, къ которымъ проводъ припаивался. Теперь замѣняютъ ихъ болѣе легкими, короткими и подвижными держателями и вмѣсто припаиванія—зажимаютъ проводъ, придавая ему ту форму, которая болѣе удобна для этого. Почти повсюду оставляютъ способъ припаиванія еще потому, что для поддержания натяженія въ проводѣ соответственно температурѣ, необходимо время отъ времени натягивать или отпускать проводъ. Специальные приспособленія для этого теперь разработаны и легко примѣнимы, зажиманіе же провода позволяетъ легкое урегулированіе всей воздушной линіи. Одно, однако, необходимо для этого—это допустить большее натяженіе въ рабочемъ проводѣ, чѣмъ это дѣлалось раньше. Если оставить требованіе 5-ти кратной прочности для рабочего провода, то пролеты должны имѣть большія стрѣлы прогиба, вслѣдствіе чего на точкахъ подвѣса будутъ по-

лучаться большія колебанія (перегибы). Въ Германіи вполне поняли необходимость допущенія большого натяженія рабочего провода и уменьшили требованіе прочности до 3-хъ кратнаго, что вполне еще обезпечиваетъ безопасность его, тѣмъ болѣе, что техника приготовленія твердотянутаго мѣднаго проводника все время усовершенствуется.

Необходимо будетъ поэтому ходатайствовать передъ администраціей объ измѣненіи этого пункта техническихъ условій.

Что касается до поддержки воздушныхъ проводовъ, то примѣняются болѣе частью трубчатые столбы безъ излишнихъ украшеній и въ очень обширномъ размѣрѣ—розетки у домовъ. Этотъ способъ подвѣски значительно удешевляетъ сооруженіе линій и значительно уменьшаетъ. Подвѣска фонарей для уличнаго освѣщенія также часто производится помощью стѣнныхъ розетокъ.

По моему мнѣнію комиссія слѣдовало бы возбудить при представленіи полнаго проекта ходатайство о принудительномъ правѣ города пользоваться стѣнами домовъ, гдѣ окажется необходимымъ для прикрѣпленія розетокъ. Такое право было дано, на примѣръ, Императоромъ Вильгельмомъ городу Кельну.

Изъ матеріаловъ для подвѣсокъ болѣе работаннымъ изъ европейскихъ образцовъ является для ролика—новая система Униона, а для дуги матеріалъ Сименса и Гальске (теперь Сименсъ-Шуккертъ).

Примѣненія участковыхъ автоматическихъ выключателей мною нигдѣ не было замѣчено, а въ Берлинѣ, гдѣ ранѣе примѣнялись участковые предохранители (въ мѣстахъ точекъ питанія) и тѣ теперь выброшены и линія защищена только автоматомъ на станціи, что вполне достаточно на практикѣ. Необходимо будетъ поэтому отстаивать также отмену участковыхъ автоматовъ, предписанныхъ техническими условіями Министерства Внутреннихъ Дѣлъ.

Вообще мною замѣчено, что завѣдующіе эксплуатацией отдають значительное предпочтеніе дугѣ передъ роликомъ. Первая является гораздо болѣе практичной по отношенію къ правильности движенія, чѣмъ роликъ, который при самой тщательной подвѣскѣ воздушнаго провода все-таки часто соскакиваетъ и иногда бываетъ причиною разрыва проводовъ. Тѣмъ болѣе, что при примѣненіи дуги значительно упрощается подвѣска проводовъ, уменьшается число столбовъ и оттяжекъ на кривыхъ.

Форма рабочего провода встрѣчается круглая и фасонная. Въ послѣднее время все болѣе даютъ предпочтеніе фасонной, такъ какъ она облегчаетъ примѣненіе зажимовъ и даетъ возможность увеличить сѣченіе провода, что въ свою очередь уменьшаетъ затрату на питающіе кабели. Хотя въ первомъ проектѣ и предполагень проводъ въ 53 кв. мм., производящіяся въ настоящее время подсчеты вѣроятно выяснятъ боль-

шую выгоду — увеличить сечение провода до 75—80 кв. мм.

Форма наиболее подходящая для дуги — это сплюснутая восьмерка. Такой же проводъ заказанъ теперь и для Москвы.

4. Положеніе вопроса о блуждающихъ токахъ. Вопросъ о предохраненіи подземныхъ металлическихъ сооружений отъ вліянія отвѣтственныхъ или такъ называемыхъ блуждающихъ токовъ уже настолько извѣстенъ даже не специалистамъ и такъ часто обсуждался въ технической литературѣ и различныхъ докладахъ, что я считаю излишнимъ излагать здѣсь сущность этого явления и общеизвѣстныя мѣры предосторожности, принимаемыя при постройкѣ электрическихъ дорогъ, а только ограничусь изложеніемъ тѣмъ свѣдѣній, которыя мнѣ удалось собрать при осмотрѣ упомянутыхъ выше сѣтей, а также приведу и мнѣнія людей, стоящихъ близко къ дѣлу эксплуатаціи.

Большинство жалобъ на вредное вліяніе блуждающихъ токовъ на подземныя трубы, кабели и пр. приходитъ къ намъ изъ Америки. Намъ почти ничего не извѣстно о случаяхъ электролиза въ Европѣ, за исключеніемъ развѣ отдѣльныхъ специальныхъ явленій и сообщенія, сдѣланнаго на Первомъ Электротехническомъ Съѣздѣ г. Первенко объ явленіяхъ электролиза на Кіевской электрической дорогѣ. Мнѣ кажется, что причину этого страшнаго явления надо искать въ томъ обстоятельстве, что электрическія дороги сперва строились именно въ Америкѣ и что между прочимъ и Кіевскій трамвай является однимъ изъ первыхъ, примѣнившихъ электрическую тягу. Какъ при всякомъ новомъ дѣлѣ, электрической тягѣ пришлось перенести тоже своего рода дѣтскія болѣзни и одной изъ этихъ болѣзней несомнѣнно надо считать недостаточно обдуманную систему пути на первыхъ электрическихъ дорогахъ и недостаточную разработку деталей въ стыковыхъ электрическихъ соединеніяхъ.

Не надо забывать, что первой системой тяги въ большинствѣ трамваевъ явилась конная и что находили въ то время достаточнымъ прокладывать легкіе плоскіе рельсы на продольныхъ деревянныхъ лежняхъ. Въ то время надо сказать и техника прокатнаго дѣла не ушла еще настолько впередъ, чтобы доставлять спеціальныя фасонныя формы рельса, извѣстныя теперь подъ типомъ Феникса или Брока. При введеніи электрической тяги первое время довольствовались тѣми же путями до тѣхъ поръ, пока практика показала полную ихъ негодность для болѣе тяжелыхъ нагоновъ, болѣе скорости движенія и, наконецъ, главнымъ образомъ, на полную невозможность поддерживать при этой системѣ пути прочныя стыки, а съ ними и хорошее электрическое соединеніе. Наконецъ и сѣченіе рельса, съ увеличеніемъ электрической нагрузки линіи, являлось недостаточнымъ для обратнаго провода.

Между прочимъ и на Кіевской дорогѣ сравнительно долго довольствовались этимъ родомъ путей и прокладывали для увеличенія проводоспособности рельсъ, какъ обратнаго провода, спеціальныи голый кабель.

Вотъ въ этомъ-то обстоятельстве и надо искать, по моему мнѣнію, объясненіе того факта, что американскія компаніи подвергнулись обвиненію въ разрушеніи трубъ и кабелей и были принуждены даже платить неустойки.

Въ этомъ отношеніи европейскія дороги, уже наученныя опытомъ американцевъ и начавшія примѣнять электрическую тягу гораздо позже, обратили сразу вниманіе на важность для всѣхъ частей правильнаго дѣйствія электрическихъ дорогъ хорошаго пути. Всѣ сразу начали примѣнять большого вѣса рельсы, хорошія накладки и солидное, по возможности, незыблемое основаніе. Стремленіе это, съ большимъ развитіемъ движенія на устроенныхъ дорогахъ и при новыхъ постройкахъ все болѣе и болѣе высказывалось въ прогрессивномъ увеличеніи вѣса рельсовъ, улучшеніи основанія. Параллельно съ этимъ было признано необходимымъ увеличивать число питающихъ пунктовъ, дабы по возможности уменьшить сферу вліянія обратныхъ токовъ, канализируя ихъ путемъ специальныхъ обратныхъ изолированныхъ кабелей. Если до сихъ поръ не достигли вполнѣ благопріятныхъ результатовъ, то только вслѣдствіе значительныхъ затрудненій устроить вполнѣ надежное механическое стыковое соединеніе. Электрическое же соединеніе при хорошемъ механическомъ стыкѣ болѣею частью является удовлетворительнымъ и отличается на разныхъ дорогахъ лишь небольшими деталями. Доказательствомъ этому служитъ то обстоятельство, что при всѣхъ опытахъ и новыхъ системахъ механическихъ стыковыхъ соединеній примѣняется приблизительно та же система электрическихъ соединеній, увеличивается лишь сѣченіе мѣдныхъ проводниковъ въ зависимости отъ болѣе интенсивности тока, потребляемаго при увеличенномъ движеніи.

Стремленіе улучшить механическое соединеніе повело къ примѣненію способа свариванія или заливки стыковъ, образуя какъ бы непрерывный рельсъ. Само собою разумѣется, что при этомъ спеціальное электрическое соединеніе являлось какъ бы излишнимъ. Но если бы даже достигли благопріятныхъ результатовъ такого свариванія рельсъ — это обстоятельство отнюдь не освободило бы отъ необходимости укладывать при большихъ сѣтяхъ спеціальныя обратные кабели, такъ какъ сѣченіе рельса все-таки не было бы достаточно для отвода обратнаго тока при условіи ограниченія паденія напряженія въ рельсахъ въ 1,5 вольта.

Такимъ образомъ главнымъ способомъ для уменьшенія отвѣтвляющихся токовъ является цѣлесообразное распредѣленіе питающихъ точекъ и раздѣленіе всей сѣти на соотвѣтственное число

электрическихъ разведенныхъ участковъ. Чѣмъ меньше участковъ, тѣмъ меньше сила обратнаго тока, тѣмъ меньше путь, который предстоитъ сдѣлать обратному току по рельсамъ, тѣмъ меньше паденіе напряженія въ послѣднихъ и тѣмъ меньше причинъ отвѣтвленія тока. Само собою разумѣется, что и на этихъ небольшихъ участкахъ рельсовыхъ путей—электрическія соединенія должны быть соотвѣтственно рассчитаны и рационально устроены. Поддержаніе же ихъ въ исправности главнымъ образомъ зависитъ отъ исправности механическаго стыковаго соединенія. Вотъ на что надо, главнымъ образомъ, обращать вниманіе и вотъ почему Технической Совѣтъ и Отдѣлъ признали необходимымъ рекомендовать городу сплошное продольное основаніе и болѣе тяжелый рельсъ и высказались противъ примѣненія основанія на шпалахъ, при которомъ весьма трудно достигнуть солиднаго механическаго соединенія рельсовъ.

На всѣхъ осмотрѣнныхъ мною дорогахъ, а также на другихъ европейскихъ дорогахъ, какъ видно изъ полученныхъ Техническимъ Отдѣломъ свѣдѣній, примѣняется или та система электрическихъ соединеній, которая предложена въ проектѣ 3-хъ линій съ небольшими вариантами или же заливка стыковъ по способу Фалька и въ видѣ опыта по способу Гольдшмидта. Нигдѣ не замѣчается какого-либо существеннаго вреда для подземныхъ сооружений. Были единичные случаи, которые объясняются несоотвѣтствіемъ обратнаго провода къ силѣ обратнаго тока, на примѣръ, въ Гамбургѣ, когда токъ получался отъ одной станціи, находившейся въ самой густой части сѣти, причемъ не было достаточнаго числа обратныхъ фидеровъ. Но съ тѣхъ поръ какъ токъ доставляется изъ нѣсколькихъ станцій никакого явленія электролиза не замѣчается. Но что замѣтно—это именно увеличеніе независимыхъ участковъ, питаемыхъ особыми фидерами. Такъ въ Берлинѣ сѣть раздѣлена на 90 участковъ, въ Гамбургѣ на 20 и т. п. Этимъ сильно ограничивается районъ дѣйствія обратнаго тока, уменьшается плотность тока въ рельсахъ и т. д. Раздѣленіе участковъ производится такъ, что питающій и обратный фидеръ присоединяются къ сѣти въ одной и той же точкѣ и сѣченіе ихъ дѣлается одинаковымъ. Гдѣ сѣченіе обратнаго кабеля является недостаточнымъ, прокладываются дополнительные. Прокладка двухъ одинаковыхъ кабелей имѣетъ еще и то преимущество, что въ случаѣ аварии питающаго кабеля, переключаютъ кабели и пользуются обратнымъ какъ питающимъ впредь до окончанія ремонта испорченнаго кабеля.

Такъ какъ качество почвы несомнѣнно вліяетъ на большое или меньшее отвѣтвленіе тока отъ рельсовъ, то замѣтно стремленіе по возможности изолировать рельсы отъ земли. Этимъ въ известной степени объясняется также прокладка рельсовъ на бетонѣ съ асфальтовой прокладкой, обмазка боковыхъ поверхностей рельсовъ бето-

номъ и т. п. Всѣ эти мѣры и были предвидѣны въ проектѣ комиссіи.

Кромѣ того, необходимо слѣдить постоянно за отвѣтвляющимся токомъ, испытывать разность потенциала между рельсами и близъ лежащими трубами и кабелями и принимать соотвѣтствующія мѣры къ устраненію этого явленія, если бы оно было и обнаружено.

Оставивъ это дѣло должнымъ образомъ, нѣтъ необходимости прибѣгать къ другимъ рекомендациямъ мѣрамъ, не испытаннымъ на практикѣ, да и съ теоретической точки зрѣнія, представляющихъ много сомнѣній въ ихъ дѣйствительности.

Что касается до величины паденія напряженія въ рельсахъ, то при проектированіи всей сѣти предполагается допустить при максимальной нагрузкѣ потерю до 1,5—2 вольтъ. Но такъ какъ максимальная нагрузка продолжается весьма короткое время, дѣйствіе отвѣтвляющихся токовъ зависитъ отъ средней нагрузки, то въ дѣйствительности паденіе напряженія будетъ достигать 1 вольтъ, а во многихъ мѣстахъ даже и менѣе. На металлическихъ мостахъ такое паденіе не будетъ допускаемо свыше 0,25 вольтъ при максимальной нагрузкѣ.

Если бы былъ осуществленъ проектъ комиссіи, т. е. устроено основаніе на бетонѣ, желательно было бы верхній слой основанія, а также боковое закрытіе рельсовъ произвести изъ т. наз. асфальтоваго бетона, чѣмъ была бы достигнута еще большая безопасность, хотя потребовалась бы немного большая затрата.

5. Системы электрической тяги безъ воздушныхъ проводовъ. Возникшее во время сильнаго развитія электрической тяги движеніе противъ воздушныхъ проводовъ побудило фирмы и техниковъ попытаться разрѣшить поставленную имъ задачу—найти практическую систему тяги, не прибѣгая къ помощи воздушныхъ проводовъ.

Какъ известно, задачу эту пытались разрѣшить примѣненіемъ аккумуляторовъ, прокладывая провода въ подземныхъ каналахъ со щелью и безъ щели, располагая контакты на поверхности улицъ ит. под.

Всѣмъ известно полнѣйшее фіаско, которое потерпѣли всѣ системы примѣненія аккумуляторовъ, какъ движущей силы. Предпріятія, основанныя для эксплуатаціи аккумуляторовъ для тяги, должны были, послѣ долгой борьбы, сознаться въ непрактичности и дороговизнѣ этой системы тяги, электрическія же дороги съ густымъ движеніемъ, примѣнившія аккумуляторы, должны были употребить всѣ усилія, чтобы получить разрѣшеніе замѣнить эту систему тяги воздушными проводами или же, въ крайнемъ случаѣ, подземными проводами (каналъ со щелью).

Прокладка проводовъ въ подземныхъ каналахъ была возможна только при существованіи прекрасной канализаціи съ сильными уклонами,

чтобы имѣть возможность устроить возможно быстрый стокъ водамъ, попадающимъ въ каналы. Кромѣ того, эта система является самой дорогой и примѣненіе ея возможно только на очень выгодныхъ линіяхъ и то еще при наличности благопріятныхъ климатическихъ условий.

Большое число патентовъ было взято на системы съ поверхностными контактами *). Но лишь очень небольшое число этихъ патентовъ было примѣнено на практикѣ. И нужно отдать справедливость тому, что почти всѣ безъ исключенія предпріятія, примѣнившія эту систему, даже въ условіяхъ сравнительно благопріятныхъ, только раскаиваются въ этомъ и ищутъ способа избавиться отъ нихъ.

Извѣстно, что пока примѣнены на практикѣ болѣе или менѣе въ значительномъ размѣрѣ—системы: Діатто, Томсонъ - Гаустонъ, Дольтера, Кларье-Вильме. Остальные были устроены лишь въ видѣ опытныхъ линій большею частью на заводахъ.

Наилучшую картину примѣненія системъ тяги безъ воздушныхъ проводовъ даетъ Парижъ. Тутъ можно видѣть всѣ системы: аккумуляторную (чистую и смѣшанную) Діатто, Кларье-Вильме, Дольтера, съ подземными проводами, съ сжатымъ воздухомъ (Мекарскій), съ паровыми двигателями и т. п.

Я не буду касаться здѣсь системъ не электрическихъ, такъ какъ вопросъ о введеніи электрической тяги рѣшенъ уже въ принципѣ.

Что касается аккумуляторной тяги, то я уже упомянулъ о ней. Дороговизна этой тяги и ея необеспеченность точно также обнаруживается и въ Парижѣ, какъ и въ другихъ мѣстахъ. Вопросъ же о контактныхъ системахъ находится въ слѣдующемъ положеніи:

Система Вильме примѣнена на одной линіи, а именно на линіи d'Épinay à la Trinité.

Система эта имѣетъ очень сложные и капризные центральные приборы, такъ называемые распределители, которые выключаютъ и включаютъ поверхностные контакты въ то время, когда вагонъ подходитъ или уходитъ съ нихъ. Вначалѣ движеніе было очень часто прерываемо вслѣдствіе отказа этихъ распределителей. Теперь въ силу строжайшаго надзора и постоянного ремонта надъ аппаратами достигли болѣе правильного движенія, но дальнѣйшаго распространенія эта система, вслѣдствіе ея сложности и дороговизны, не получила.

Наиболѣе распространенной контактной системой въ Парижѣ является система Діатто. При отдачѣ концессіи на такъ наз. Tramways de repenetration, было предписано внутри укрѣпленій въ Парижѣ воздушныхъ проводовъ не примѣнять. Такъ какъ аккумуляторы уже въ то время показали свою несостоятельность, концессионерамъ осталось или примѣнить подземную проводку со щелью, или же примѣнить контактную

систему. Въ это время была построена въ городѣ Турѣ небольшая линія по системѣ Діатто. Такъ какъ движеніе въ Турѣ очень небольшое и надзоръ за линіей находился въ непосредственномъ завѣдываніи общества Діатто, результаты эксплуатаціи оказались сравнительно благопріятными. Это побудило общество *Soc. Générale de la Traction*, приобрести право строить эту систему для Парижа. Оборудование новыхъ парижскихъ линій было поручено этому обществу, причемъ общество гарантировало, что ремонтъ приборомъ Діатто на пути не долженъ превышать 2500 фр. на километръ пути, а ремонтъ приборомъ на вагонахъ не долженъ превышать 500 фр. въ годъ на каждый вагонъ. Уже эти цѣны доказываютъ насколько невыгодна эта система тяги и какъ мало было увѣренности въ ея правильномъ дѣйствіи. Но дѣйствительность далеко превзошла ожиданія. Ремонтъ приборомъ на пути стоитъ обществу не 2500 фр., а 13—15 тыс. фр. на километръ. Результатомъ этого и другихъ обстоятельствъ—это то, что дѣла общества *Soc. Générale de la Traction*, совершенно разстроились и акціи его котируются чуть ли не въ 5 фр. Но помимо того, трамвайныя общества терпятъ большой убытокъ отъ частаго отказа въ дѣйствіи этихъ приборомъ и принуждены платить за большое количество убитыхъ лошадей, прикоснувшихся къ контактамъ подъ токомъ.

Несчастныхъ случаевъ съ людьми, окончившихся смертью, не было, но были случаи сильныхъ толчковъ и паденій, вызванныхъ тою же причиною.

По отзыву лицъ, стоящихъ во главѣ трамвайныхъ предпріятій въ Парижѣ—отчаянное положеніе дѣлъ парижскихъ трамваевъ не въ малой степени зависитъ отъ требованія городского управленія примѣнять систему тяги безъ воздушныхъ проводовъ. Практика достаточно выяснила эту истину и уже теперь, правда въ видѣ временной мѣры, допущены воздушные провода на многихъ центральныхъ улицахъ и они доходятъ уже до Пласъ де л'Опера (*Place de l'Opera*) по улицѣ 4-го сентября.

Отчаянное положеніе дѣлъ трамвайныхъ обществъ вызвало новое изученіе этого вопроса въ Парижѣ и министръ общественныхъ работъ въ своей депешѣ префекту Департамента Сены отъ 22 марта 1902 г. указываетъ, какъ на одну изъ мѣръ къ улучшенію положенія обществъ—допущеніе примѣненія воздушнаго провода въ гораздо большихъ размѣрахъ, чѣмъ это было до сихъ поръ.

Изъ моихъ личныхъ переговоровъ съ лицами, наблюдающими за трамваями со стороны парижскаго городского управленія и полицейской префектуры,—выяснилось, что администрація пришла по отношенію къ различнымъ системамъ тяги къ слѣдующимъ выводамъ: единственной практичной и экономичной системой тяги является воздушнопроводная, тамъ же гдѣ по эстетиче-

*) См. напр. Э—во, т. г. № 1—2, стр. 1.

скимъ соображеніямъ эта система абсолютно недопустима—примѣнять подземную проводку со щелью.

Къ тому же выводу пришло и управление Брюссельскихъ городскихъ дорогъ. Оно изучило всевозможныя системы тяги и приняло за основаніе двѣ изъ нихъ: воздушную проводку—какъ общую систему и тамъ, гдѣ администрація или городъ на это не соглашается—примѣняетъ подземную систему со щелью.

Въ Берлинѣ аккумуляторная тяга вездѣ замѣнена воздушнопроводной и только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ устроена подземнопроводная со щелью.

Въ Ганноверѣ — всѣ аккумуляторы замѣнены воздушными проводами.

Въ Дрезденѣ изучаютъ вопросъ о замѣнѣ аккумуляторовъ и по всей вѣроятности останутся также на подземной со щелью.

Такимъ образомъ вездѣ, гдѣ примѣненіе воздушныхъ проводовъ исключено въ силу соображеній, ничего общаго съ опасностью таковыхъ не имѣющихъ, принципиально же изъ-за эстетическихъ — предпочитаютъ затратить гораздо большія суммы на устройство подземныхъ металлическихъ и бетонныхъ каналовъ, примѣнять сложную систему пути и стрѣлокъ, чѣмъ рисковать примѣнять еще не оправдавшія себя на практикѣ системы контактныхъ.

Для С.-Петербурга возможность устройства подземной системы со щелью весьма проблематична. Отсутствие правильной канализаціи, большое число осадковъ, морозы и гололедица—не позволяютъ примѣнить эту систему, не говоря уже о тѣхъ значительныхъ затратахъ, которыя бы потребовало ея примѣненія.

Мнѣ остается еще сказать нѣсколько словъ о системѣ Дольтера, предложенной для С.-Петербурга. Линія, оборудованная по системѣ Дольтера, идетъ отъ Портъ Майо (Porte Maillot) въ Булонскій лѣсъ. Большею частью она идетъ по особой обочинѣ, гдѣ нѣтъ никакой экипажной ѣзды. Только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ она выходитъ на дорогу, а также и переходитъ черезъ Понтъ де Сюрень по мостовой. Начинается линія у самого города съ воздушными проводами, затѣмъ идетъ участокъ съ контактами Дольтера (около 2-хъ километровъ), затѣмъ послѣ моста опять воздушные провода. Такимъ образомъ линія находится въ исключительно благоприятныхъ условіяхъ по отношенію къ ѣздѣ постороннихъ экипажей—она такъ сказать имѣетъ, за исключеніемъ небольшихъ участковъ, собственное полотно. Полотно это почти вездѣ не замощено. Является яснымъ почему на этой линіи не происходитъ никакихъ случайностей, какъ на другихъ контактныхъ линіяхъ. Отсутствие г. Дольтера изъ Парижа во время моего тамъ пребыванія и недостатокъ времени не позволили мнѣ лично провѣрить тѣ положенія, которыя вытекали изъ объясненій г. Дольтера въ С.-Петер-

бургѣ. Могу только указать, что жалобъ на неправильность движенія я не слышалъ, а могъ только наблюдать довольно сильный износъ поверхностныхъ контактовъ, которые, впрочемъ, легко смѣнять.

Спрошенные мною директора другихъ линій, на которыхъ примѣнена система Дятто, не расположены ли они перестроить эту систему на систему Дольтера, высказались довольно рѣзко по отношенію къ какимъ бы то ни было контактнымъ системамъ и убѣдительно совѣтовали противиться введенію таковыхъ, тѣмъ болѣе при климатическихъ условіяхъ, подобныхъ Петербургскимъ, если только желательно имѣть правильную и экономную эксплуатацію.

Въ томъ же духѣ отозвались и завѣдующіе эксплуатаціей всѣхъ другихъ дорогъ, съ которыми мнѣ пришлось бесѣдовать по этому вопросу.

Такимъ образомъ, изъ вышеизложеннаго подтверждается еще разъ правильность заключенія подготовительной комиссіи по поводу предложенія г. Дольтера, что единственной пригодной для г. Петербурга системой является опять-таки воздушнопроводная—и что если и желательно испытать контактные системы, то отнюдь не за счетъ города и не на такой центральной линіи, какъ Невская.

6. Центральныя станціи. При осмотрѣ современныхъ центральныхъ станцій, вырабатывающихъ энергію для электрическихъ городскихъ дорогъ, замѣчается все большее примѣненіе переменнаго тока высокаго напряженія.

Если при введеніи электрической тяги строили центральныя станціи постоянного тока, то это объясняется прежде всего незначительнымъ райономъ, обслуживаемаго трамваями, сравнительно слабымъ движеніемъ и тогда еще несовершенными способами преобразованія переменнаго тока въ постоянный.

Съ увеличеніемъ движенія и расширеніемъ района обслуживаемаго трамваями, съ соединеніемъ пригородовъ съ центромъ города, наконецъ съ перегрузкой рельсовъ, какъ обратнаго провода, пришли къ убѣжденію, что съѣтъ электрическихъ дорогъ должна быть питаема во многихъ пунктахъ. Первые станціи оказались слишкомъ слабыми, величина машинъ слишкомъ незначительной, а потому мало экономичной и во многихъ мѣстахъ необходимо было думать или объ расширеніи существующихъ станцій или же о постройкѣ новыхъ. Въ послѣднемъ случаѣ являлась возможность или построить нѣсколько новыхъ станцій постоянного тока, чтобы избѣжать прокладки очень толстыхъ кабелей для подводки постоянного тока отъ одной станціи, или же строить одну большую станцію переменнаго тока и нѣсколько подстанцій для преобразованія его въ постоянный. Очевидно, въ большинствѣ случаевъ эта послѣдняя комбинація оказалась болѣе выгодной, такъ какъ почти для всѣхъ осматрѣнныхъ мною дорогъ устроены стан-

ции высокаго напряжения (кромѣ Дрездена), а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пачали строить станціи постоянного тока, но перешли при дальнѣйшемъ расширеніи къ переменному (Гамбургъ). Величина напряжения мѣняется отъ 5000 до 6600 вольтъ.

Замѣтна тенденція устанавливать все большія машины, такъ какъ таковыя оказываются гораздо болѣе экономичны какъ по первой затратѣ, такъ и по стоимости эксплуатаціи. Наибольшимъ типомъ машинъ, устанавливаемыхъ настоящее время, является горизонтальная машина Герлицкаго завода въ 6000 л. с. на ст. Обершпрее въ Берлинѣ. По имѣющимся свѣдѣніямъ, гарантировано для этой машины потребление пара въ 3,8 кгр. на индикаторную лошадиную силу.

На новыхъ станціяхъ встрѣчаются, какъ вертикальныя, такъ и горизонтальныя машины.

Если съ технической стороны и можно признать какъ вертикальныя, такъ и горизонтальныя машины почти одного качества, то съ точки зрѣнія удобства обслуживанія и красоты всей установки, надо отдать абсолютно преимущество машинамъ горизонтальнымъ. Станціи съ вертикальными машинами производятъ впечатлѣніе очень громоздкихъ сооружений, обслуживаніе машинъ требуетъ большаго числа служащихъ — зданія очень высоки.

Изъ осмотрѣнныхъ мною станцій установлены вертикальныя машины только на станціи въ Гамбургѣ и на станціи Парижскаго метрополитена. На станціи Обершпрее имѣются только двѣ вертикальныя машины. Примѣненіе таковыхъ болѣею частью объясняется недостаткомъ или дороговизною мѣста подъ станціи. Но общее стремленіе теперь скорѣе въ пользу горизонтальныхъ машинъ.

Величина машинъ, устанавливаемыхъ на новыхъ станціяхъ, колеблется отъ 1000 до 4000 киловаттъ. Въ послѣднее время въ Англій и Америкѣ пошли еще дальше (до 5000 квт.), а примѣняя паровыя турбины идутъ и до 10.000 л. с.

Что касается до выбора машинныхъ единицъ, то замѣтно два теченія: одни предпочитаютъ ставить всѣ машины одинаковой величины, другіе совѣтуютъ для ночной работы или для начала и конца движенія устанавливать одну или двѣ единицы меньшей величины, чтобы напрасно не пускать большой машины при малой нагрузкѣ. Необходимо въ каждомъ данномъ случаѣ взвѣснить за и противъ этихъ вариантовъ.

Встрѣчаюся, какъ машины тройнаго расширения, такъ и машины Компаундъ-тандемъ, иногда спаренныя.

До сихъ поръ вопросъ о преимуществахъ машинъ тройнаго расширения по сравненію съ машинами Компаундъ-тандемъ еще окончательно не выясненъ. Главнымъ преимуществомъ первыхъ являлась до сихъ поръ большая экономія въ потребленіи пара, но въ послѣднее время строятъ машины Компаундъ-тандемъ почти съ такимъ же потребленіемъ пара. Между тѣмъ,

машины съ тройнымъ расширеніемъ представляютъ большія затрудненія для точнаго и скорого регулированія числа оборотовъ при мѣняющейся нагрузкѣ, каковая присуща электрической тягѣ, что весьма важно при параллельной работѣ паровыхъ машинъ.

Гораздо болѣе чувствительны къ точному и скорому регулированію машины Компаундъ-тандемъ, которыя при большихъ мощностяхъ состояются изъ двухъ спаренныхъ машинъ, работающих на одинъ валъ подъ угломъ въ 108° (раньше 90°) управляемыхъ однимъ и тѣмъ же регуляторомъ. Въ послѣднее время, какъ будто большая тенденція является въ пользу послѣднихъ (Брюссель).

При такихъ большихъ машинахъ, которыя являются необходимыми для Петербургской станціи — единственными подходящими системами парораспределенія является, конечно, только клапанное и крановое (Корлисса). Почти всѣ горизонтальныя машины, осмотрѣнныя мною теперь, снабжены клапаннымъ распределеніемъ, но даже и большія вертикальныя машины начинаютъ снабжать таковымъ. Въ Брюсселѣ примѣнена система распределенія завода Вандеркекова въ Гантѣ съ цилиндрическими поршневыми распределителями.

Замѣтно стремленіе централизовать смазку всѣхъ частей машины. До сихъ поръ ограничивались центральной автоматической смазкой только цилиндровъ — теперь же примѣняютъ и автоматическую смазку всѣхъ частей, такъ что число служащихъ значительно сокращается. Масло находится въ особомъ резервуарѣ и оттуда по трубкамъ распределяется по всей машинѣ. Стекающее внизъ масло подается насосомъ черезъ фильтръ вновь въ резервуаръ.

Въ Мюнхенѣ, вслѣдствіе примѣненія этой системы, станція съ 5-ю машинами въ 1200 л. с. обслуживается только 5-ю служащими, включая и дежурнаго при распределительной доскѣ.

Что касается электрической части центральной станціи, то, какъ я уже упомянулъ выше, большинство ихъ построено для трехфазнаго тока высокаго напряжения, который передается на подстанціи и тамъ преобразовывается въ постоянный.

Генераторы трехфазнаго тока строятся по известному уже типу и отличаются лишь деталями конструкціи. Заслуживаетъ вниманія новая система исполненія корпусовъ неподвижной части генераторовъ изъ желѣза вмѣсто чугуна (Сименсъ и Гальске), чѣмъ значительно уменьшается вѣсъ генераторовъ. Почти всѣ генераторы снабжены уравнителями типа Леблана.

Для возбужденія примѣняются почти всюду независимыя машины, изъ которыхъ одна или двѣ приводятся въ движеніе небольшими паровыми машинами, а остальные электродвигателями. Непосредственно соединенныхъ съ машиной возбуждителей на новыхъ станціяхъ я не замѣтилъ. Установка независимыхъ возбуждителей имѣетъ

и то преимущество, что ими пользуются для освѣщенія и передачи силы на станціи. Въ видѣ резерва устанавливають небольшую аккумуляторную батарею.

Изъ примѣняемыхъ системъ преобразования тока—замѣтны главнымъ образомъ двѣ: или вращающимися трансформаторами (конвертеры) или синхронными двигателями, соединенными съ машинами постоянного тока. Первая система примѣнена въ Парижѣ и Брюсселѣ. Вторая въ Мюнхенѣ, Гамбургѣ, Эльберфельдѣ, Вѣнѣ и другихъ станціяхъ.

Примѣненіе асинхронныхъ двигателей гораздо меньшее.

Преимуществомъ первой системы является возможность обойтись безъ уравнивательныхъ батарей, такъ какъ конструкція вращающихся трансформаторовъ настолько усовершенствована, что они свободно выносятъ сильно мѣняющуюся нагрузку и работаютъ при этомъ вполне нормально безъ искрообразования и не выпадаютъ изъ фазы. Примѣненіе компаундной намотки позволяетъ поддерживать постоянное напряжение при переменной нагрузкѣ.

Первоначально эту систему примѣняли исключительно американскія фирмы. Теперь въ Брюсселѣ установка произведена берлинской фирмой Унионъ, а въ Парижѣ послѣдніе вращающіеся трансформаторы построены заводомъ Крезо и еще однимъ.

Спрошенные мною при осмотрѣ заводовъ Сименсъ и Гальске инженеры заявили, что и эта фирма готова конкурировать на такіе трансформаторы, если число періодовъ будетъ не болѣе 25 въ сек. Это число періодовъ примѣняется теперь вездѣ, гдѣ строятся спеціальныя станціи для тяги.

При примѣненіи синхронныхъ двигателей необходимо устанавливать уравнительную батарею, что представляетъ уже значительную затрату.

Единственнымъ неудобствомъ примѣненія вращающихся трансформаторовъ является необходимость выбрать частоту тока въ 25 періодовъ, что не позволяетъ пользоваться непосредственно переменнымъ токомъ для освѣщенія калильными лампами, а необходимо еще примѣнять особые трансформаторы числа періодовъ. Но, во-первыхъ: если бы городское управление рѣшило пользоваться центральной станціей для освѣщенія частныхъ и городскихъ зданій въ большомъ размѣрѣ, то можно будетъ установить спеціальныя машины съ большимъ числомъ періодовъ, а вторыхъ, возможно примѣнить освѣщеніе постояннымъ токомъ, если освѣщаемыя помѣщенія будутъ находиться вблизи подстанцій. Уличное же освѣщеніе дуговыми фонарями возможно и при 25 періодахъ (Парижъ, Авеню Републикѣ).

Управление машинами и устройство распределительныхъ досокъ сдѣлало въ послѣднее время большіе шаги на пути усовершенствованія. Примѣненіе токовъ высокаго напряжения вызвало

необходимость обставить обслуживаніе приборовъ возможно безопаснѣйшимъ образомъ. Замѣтно желаніе совершенно раздѣлить распределительные приборы высокаго напряжения отъ таковыхъ для низкаго напряжения. Однимъ изъ самыхъ современныхъ устройствъ этого типа является Брюссельская станція. На ней управленіе приборами и общій видъ устройства доведены до возможной простоты. Всѣ приборы, несущіе токъ высокаго напряжения, находятся въ отдѣльномъ закрытомъ помѣщеніи. Управление же выключателями производится помощью особыхъ маленькихъ электродвигателей постоянного тока. Эти послѣдніе требуютъ приборы незначительной величины, которые помѣщаются на небольшомъ столѣ. Измѣрительные приборы установлены на вертикальныхъ металлическихъ стержняхъ, помѣщенныхъ впереди стола, въ видѣ рѣшетки. Этимъ достигается возможность удобно наблюдать за измѣрительными приборами, сидя у стола и въ то же время имѣть всю станцію передъ глазами. На находящейся сзади небольшой доскѣ расположены выключатели для возбужденія, аккумуляторной батареи и разныхъ двигателей для потребности станціи (насосы, подача угля и пр.). Масляные выключатели высокаго напряжения, а также трансформаторы тока и напряжения для измѣрительныхъ приборовъ—помѣщаются подъ распределительной платформой въ закрытомъ помѣщеніи.

Помощью такихъ же вспомогательныхъ электродвигателей регулируется съ платформы и число оборотовъ паровой машины при параллельномъ включеніи. Все устройство имѣетъ очень elegantный и въ высшей степени простой видъ.

Такого же рода, но нѣсколько упрощенное управленіе приборами примѣнено и на подстанціяхъ. Тамъ нѣтъ особаго стола, а приборы размѣщены на распределительной доскѣ рядомъ съ аппаратами для возбужденія.

Трансформаторы и масляные выключатели высокаго напряжения отдѣлены особой перегородкой отъ остальной части подстанціи. Распределительные полюсы высокаго напряжения расположены въ особомъ помѣщеніи въ подвалѣ.

Это устройство значительно проще и безопаснѣе видѣнныхъ мною установокъ въ Парижѣ, Гамбургѣ, гдѣ части, несущія токи высокаго напряжения, находятся въ одномъ и томъ же помѣщеніи съ приспособленіями для низкаго напряжения. Въ Парижѣ предполагають замѣнить прежніе выключатели высокаго напряжения системы Вестингауза новыми масляными той же фирмы, но управленіе ими остается ручное, непосредственное, а не помощью особыхъ электродвигателей.

Изъ вышеизложеннаго можно вывести тѣ руководящія начала, которыми необходимо руководствоваться при проектированіи центральной станціи для Петербурга и которыя можно резюмировать слѣдующимъ образомъ:

1) Слѣдуетъ примѣнить машины горизонталь-

наго типа съ клапаннымъ распредѣленіемъ, мощностью не менѣе 2500 квт. Если окажется необходимымъ, слѣдуетъ установить 2—3 единицы меньшей мощности (1000 квт.).

2) Слѣдуетъ принять болѣе высокое напряженіе, чѣмъ это предполагалось вначалѣ (6000—6600 в. вмѣсто 3000 в.).

3) Слѣдуетъ примѣнить меньшее число периодовъ, дабы имѣть возможность примѣнить вращающіеся трансформаторы.

4) Слѣдуетъ примѣнить для распредѣлительнаго устройства послѣднія усовершенствованія въ этой области.

Разсмотрѣніе дальнѣйшихъ наблюденій надъ нѣкоторыми деталями въ устройствѣ центральной станціи повело бы меня далеко изъ предѣловъ настоящаго отчета и потому я ихъ здѣсь не касаюсь, но результаты этихъ наблюденій будутъ приняты во вниманіе при разработкѣ проекта.

А. Г. Коганъ.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

О механизмѣ вольтовой дуги. В. Миткевичъ. До настоящаго времени почти ничего неизвѣстно о механизмѣ вольтовой дуги, несмотря на многочисленныя и талантливныя работы, посвященныя этому вопросу. Дѣйствительно, явленіе вольтовой дуги отличается необыкновенною сложностью, въ ней дѣйствуютъ одновременно цѣлый рядъ различныхъ факторовъ. Уже давно было обращено вниманіе на то, что электроды дуги рѣзко другъ отъ друга отличаются. Наибольшее количество тепла выдѣляется на положительномъ углѣ, который и сильнѣе свѣтится, между тѣмъ какъ отрицательный уголь является гораздо болѣе холоднымъ. Рядъ другихъ явленій заставляетъ принимать, что у положительнаго полюса совершается большая часть работы, затрачиваемой въ дугѣ. Но всѣтаки въ образованіи дуги положительный уголь играетъ меньшую роль, чѣмъ отрицательный. Это доказывается интереснымъ опытомъ Луггина, получавшимъ дугу между неподвижнымъ угольнымъ стержнемъ и подвижнымъ угольнымъ же дискомъ. Когда стержень служилъ отрицательнымъ полюсомъ, то дуга горѣла спокойно даже при быстромъ вращеніи диска. Когда же стержень служилъ положительнымъ полюсомъ, а дискъ отрицательнымъ, то никоимъ образомъ невозможно было поддержать горѣнія дуги. Цѣлый рядъ другихъ явленій подтверждаетъ, что наиболѣе существенная часть процесса горѣнія дуги совершается у отрицательнаго полюса, а выдѣленіе тепла на положительномъ есть уже явленіе отраженное. Особенно ярко это сказывается въ дугѣ, примѣненной В. Ф. Миткевичемъ. Положительнымъ электродомъ служила ртуть, налитая въ большую колбу, а отрицательнымъ угольнымъ стержнемъ, пропущенный при помощи угледержателя въ резиновую пробку. Изъ колбы выкачивался воздухъ до 3—5 мм. ртутнаго столба и между углемъ и ртутью получалась дуга. При этомъ на поверхности ртути наблюдалось появленіе впадинъ отъ 3 до 7 мм. діаметромъ соответственно измѣненію силы тока отъ 9 до 30 амп. Появленіе впадинъ нельзя было объяснить одними тепловыми процессами и это особенно сказалось при перемѣнѣ полюсовъ. Именно, когда ртуть была сдѣлана отрицательнымъ полюсомъ, вмѣсто углубленій на ней появились бугорки высотой отъ 0,5 до 1 мм. Еслибы углубленія были обусловлены чисто тепловыми яв-

неніями, то онѣ должны были бы появиться и въ томъ случаѣ, когда ртуть служила отрицательнымъ полюсомъ. Отсутствіе ихъ въ этомъ случаѣ убѣдило В. Ф. Миткевича въ томъ, что наблюдаемыя имъ углубленія въ ртути являются результатомъ какихъ-то механическихъ дѣйствій въ дугѣ. Вещество катода, по видимому, втягивается въ дугу, анодъ же испытываетъ со стороны дуги нѣкоторое давленіе. Легко представить себѣ механизмъ этихъ явленій такъ, что отъ катода подъ вліяніемъ электрическихъ силъ отрываются частицы, движущіяся вдоль дуги и удаляющіяся въ анодъ. Тепло, выдѣляющееся на анодѣ, будетъ съ этой точки зрѣнія эквивалентнымъ энергіи движенія частицъ. Обозначимъ черезъ i —силу тока, e —зарядъ каждой частицы, N —число частицъ, проходящихъ въ 1 сек. чрезъ поперечное сѣченіе дуги. Тогда $i = Ne$.

Затѣмъ пусть m —масса каждой частицы, v —ея скорость у анода, W —мощность, поглощаемая дугой.

Тогда $W = \frac{1}{2} Nmv^2$. Если далѣе f —сила давленія на поверхность анода, то $f = Nmv$. Изъ написанныхъ трехъ уравненій легко получить:

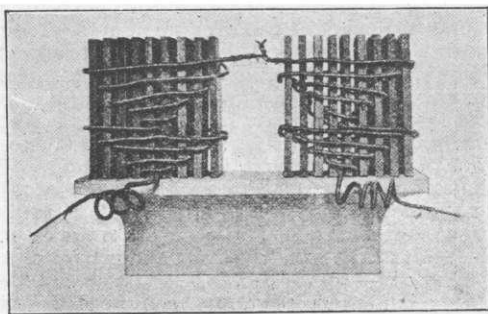
$$v = \frac{2W}{f} \text{ и } \frac{e}{m} = \frac{2Wi}{f^2}$$

Итакъ, является возможность опредѣлить величины v и e/m . Однако, ихъ опредѣленіе представляло значительное затрудненіе вслѣдствіе того, что въ знаменатель ихъ выраженій входитъ величина f , опредѣлить которую не легко. В. Ф. Миткевичъ опредѣлилъ ее грубымъ, но чрезвычайно остроумнымъ способомъ: пропуская черезъ трубку струю воздуха на спокойную поверхность ртути, онъ подыскивалъ такую струю, которая производила бы впадину, равную по величинѣ получаемой въ дугѣ. Соответствующее давленіе воздуха измѣрялось на вѣсахъ. Способъ этотъ даетъ только порядокъ величины f , но и этимъ можно удовольствоваться. Изъ ряда опытовъ В. Ф. Миткевичъ получилъ для e/m значенія $0,6 \cdot 10^7$; $0,6 \cdot 10^7$; $0,4 \cdot 10^7$ и для v — $1,9 \cdot 10^8$ см., $2,3 \cdot 10^8$ см. и $2 \cdot 10^8$ см. Въ виду интереса, представляемаго опредѣленіемъ величины e/m для вольтовой дуги, В. Ф. Миткевичъ прибѣгъ еще къ другому методу. Еще Дьюаръ замѣтилъ, что, когда дуга образуется между углями съ просверленными въ нихъ каналами, то на положительномъ углѣ можно обнаружить замѣтное увеличеніе давленія, которое не могло быть объяснено тепловыми процессами въ дугѣ, какъ то показаны повѣрочныя опыты. Этимъ явленіемъ и воспользовался Миткевичъ. Онъ присоединилъ къ просверленному положительному углу весьма чувствительный манометръ, наполненный сѣрнымъ эфиромъ и опредѣляя при его помощи давленіе въ динахъ на кв. мм. Умножая это число на поверхность кратера легко получить полное давленіе на анодъ. Изъ ряда опредѣленій получились для e/m значенія отъ $0,8 \cdot 10^7$ до $1,56 \cdot 10^7$ и для v отъ $1,86 \cdot 10^8$ см. до $3 \cdot 10^8$ см. Какъ известно, для круковой трубки получены приблизительно тѣ же значенія e/m . Такое совпаденіе означаетъ, по мнѣнію В. Ф. Миткевича, что механизмъ прохожденія тока черезъ вольтову дугу и крукову трубку одинъ и тотъ же. Этимъ не устраняется сложность и непонятность процессовъ, происходящихъ въ дугѣ, такъ какъ, кромѣ переноса частицъ съ катода на анодъ въ дугѣ происходитъ еще множество другихъ явленій. Полученіе для v величины примѣрно въ 10 разъ меньшей, чѣмъ для круковой трубки объясняется по мнѣнію Миткевича, сравнительной слабостью дѣйствующихъ въ дугѣ электрическихъ силъ.

(Ж. Р. Ф. X. O.)

ОБЗОРЪ.

Новые сильные электромагниты Де-Маре. Когда электромагнит возбуждается не одним слоем витков проводника, а несколькими, то внешние слои производят более слабое действие, будучи расположены дальше от сердечника, между тем как на них уходит большая длина провода, чем на внутренние слои. Вследствие этого бесполезно увеличивается сопротивление цепи и весь затраченный на электромагнит проволоки. Было сделано уже много более или менее удачных попыток устранить эти недостатки и построить сильные электромагниты при наименьших затратах на материал и на энергию. Вопрос обыкновенно решался тем, что вместо одного большого электромагнита строилась система более мелких, соединенных одним общим полюсным наконечником. Однако, нельзя признать этот способ решения вопроса особенно экономичным, так как длина медного провода очень мало уменьшается и отдельные магниты действуя друг на друга, ослабляют общий силовой поток. Недавно изобретенная система Де-Маре состоит в особом расположении обмотки, помещающейся не только снаружи сердечника, но и внутри его. Подробностей устройства электромагнитов Де-Маре приводить не будем. На фиг. 1

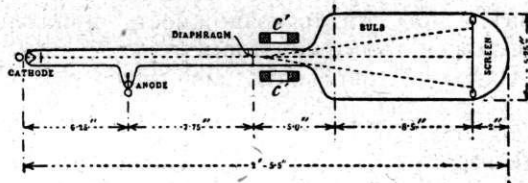


Фиг. 1.

представлена модель расположения обмотки этих электромагнитов, сердечники которых изготовляются из отдельных пластин. Построив два электромагнита, один обычным способом, а другой—по своему способу и затратив на оба по вполне одинаковому количеству железа и меди, Де-Маре нашел, что при затрате одинаковой энергии 8 ватт (4 амп. 2 в.) обыкновенный электромагнит способен удерживать вес в 1059 гр., а построенный по его системе—9600 гр. Магнитные спектры, полученные для обоих электромагнитов, показали, что у электромагнита Де-Маре поле несравненно более равномерное, чем у электромагнита обыкновенного типа. (Electrician.)

Применение брауновской трубки в качестве осциллографа. Г. Ріанъ. Брауновская трубка уже давно и с большим успехом применяется в качестве чувствительного осциллографа по схеме, предоставленной на фиг. 2. Катодные лучи проходят через тонкое отверстие в диафрагме и падают на помещенный внутри трубки флуоресцирующий экран, на котором получается яркое световое пятно. Рядом с диафрагмой, вне трубки помещается катушка $c'c'$. При прохождении тока через нее катодный пучок отклоняется, происходит смещение светлого пятна на экран тем больше, чем сильнее ток. Если по катушке проходит переменный ток, то светлое пятно передвигается по экрану взад и вперед. Разматывая изображение пятна

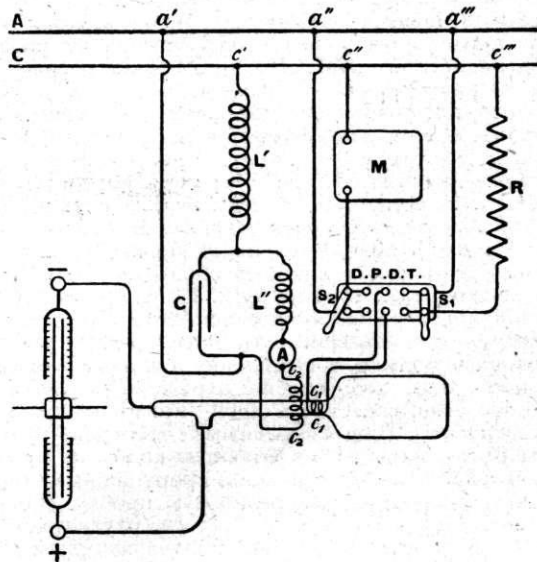
в быстро вращающихся зеркалах легко определить весьма точно кривую питающего катушки тока. Однако, употребление вращающегося зеркала представляет большая затруднения и неудобства. Гаррисъ Ріанъ внес в описанный метод немаловажное изменение, сделавшее совершенно ненужным употребление вращающихся зеркал. Именно вместо одной катушки он поместил около Брауновской трубки



Cathode—катод. Anode—анодъ. Diaphragm—диафрагма. Bulb—широкая часть трубки. Screen—флуоресцирующий экран.

Фиг. 2.

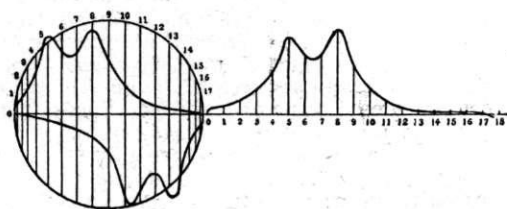
два взаимно перпендикулярных и расположенных в одной вертикальной плоскости. Если теперь питать обе катушки различными переменными токами, то световое пятно должно участвовать одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебательных движениях. От такого сложения колебаний произойдет движение пятна вообще говоря по какой-нибудь замкнутой кривой. Однако, такая кривая еще не дает достаточных указаний на форму кривых обоих токов. Необходимо знать кривую одного из токов и тогда по виду полученной замкнутой линии легко судить о кривой второго тока. Наиболее удобно воспользоваться для первого тока чисто синусоидальным током. Но получение чистого синусоидального тока дело не особенно простое и интерес представляет предложенный Ріаномъ способ его получения из обыкновенного технического тока. На фиг. 3 представлена схема Ріановского способа. Здесь AC главные провода, от кото-



Фиг. 3.

рых в точках $a''c''$ отъветвляется испытуемый ток в потребляющий приборъ M. Этот ток можно пропустить через катушку c_1c_1 . От точек $a'c'$ отъветвляется ток в катушку c_2c_2 . Этот ток сначала проходит по реактивной катушке L' с железным сердечником, а затѣмъ проходит чрезъ конденса-

торь С и реакционную катушку безъ желѣзнаго сердечника L'' , соединенные параллельно. Емкость и самоиндукція подобраны такъ, чтобы ихъ реакціи были равны и слѣдовательно имѣлъ мѣсто резонансъ съ основными колебаніями главной цѣпи. Легко видѣть, что высшія гармоническія будутъ сильно ослаблены при такомъ расположеніи цѣпи. Возьмемъ, напр., третью гармоническую. Уже самоиндукція L' ослабитъ ее въ три раза, резонансъ же въ цѣпи С L'' еще во много разъ ослабитъ ее по сравненію съ главнымъ колебаніемъ. Подробный расчетъ показываетъ, что въ катушкѣ c_2c_2 третья гармоническая будетъ въ 135 разъ слабѣе, чѣмъ въ главной цѣпи. Еще болѣе ослаблены будутъ высшія гармоническія. Такъ напр. пятая гармоническая будетъ ослаблена въ 400 разъ и т. д. Такимъ образомъ токъ въ катушкѣ c_2c_2 можно безъ сколько-нибудь замѣтной погрѣшности принять за синусоидальный, токъ же въ катушкѣ c_1c_1 измѣняется по неизвѣстному закону и изъ комбинаціи двухъ вліяній на катодный пучокъ получается болѣе или менѣе сложное движеніе свѣтового пятна на экранѣ, которое можно или запечатлѣть при помощи фотографіи, или просто зарисовать отъ руки. Однако, является еще вопросъ, какъ же изъ получившейся сложной линіи вывести искомую кривую тока? Для этого Ріанъ предлагаетъ прекратить токъ въ катушкѣ c_1c_1 . Тогда подъ вліяніемъ одного только синусоидальнаго тока въ катушкѣ c_2c_2 свѣтовое пятно станетъ совершать движеніе взадъ и впередъ и его слѣдъ на экранѣ покажетъ какъ направленіе основныхъ колебаній, такъ и ихъ амплитуду. Отсчитъ по амперметру А позволить въ слѣдствіи опредѣлить масштабъ полученной графики кривой тока. Отмѣтивъ прямолинейное движеніе пятна на экранѣ, слѣдуетъ построить на изображающей ея линіи, какъ на диаметрѣ, окружность. Эту окружность нужно раздѣлить на произвольное число равныхъ частей изъ точекъ дѣленія опустить перпендикуляры на основной диаметрѣ. Отрѣзки перпендикуляровъ между диаметромъ и полученной кривой и будутъ ординатами искомой кривой тока. Для построения искомой кривой слѣдуетъ отложить рядъ равно отстоящихъ другъ отъ друга точекъ соотвѣственно числу нанесенныхъ на окружности дѣленій и въ этихъ точкахъ построить найденныя ординаты. Подобное построеніе изображено на фиг. 4. Брауновскія трубки могутъ быть не-



Фиг. 4.

посредственно примѣнены къ токамъ высокаго напряженія. Для безопасности ручки ихъ въ этомъ случаѣ окружаютъ парафиновой или гуттаперчевой изоляціей. Что касается размѣровъ катушекъ c_2c_2 и c_1c_1 , то Ріанъ сообщаетъ, что въ одномъ случаѣ катушка c_1c_1 состояла у него изъ 46000 витковъ, что позволяло измѣрять токи въ 0,0006 амп. при 40000 вольтъ.

Электричество изъ бумаги. Оригинальное электрическое явленіе было замѣчено на фабрикѣ парафинированной бумаги. Процессъ получения парафинированной бумаги состоитъ, какъ извѣстно, въ томъ, что бумажную полосу пропускаютъ черезъ сосудъ, въ которомъ находится расплавленный парафинъ. По выходѣ изъ сосуда съ парафиномъ бумага, проходитъ между двумя металлическими пластинами, плотно прилегающими къ поверхности бумаги и сни-

мающими такимъ образомъ излишекъ парафина; потомъ она проходитъ нѣкоторое пространство горизонтально и наворачивается на катушку, подобную той съ которой сматывается. Но какъ только производство въ этомъ видѣ было пущено въ ходъ, было замѣчено, что рабочіе, проходившіе вблизи катушекъ парафинированной бумаги, получали электрическіе удары, а при приближеніи руки къ катушкѣ проскакивали даже искры. Когда стали изслѣдовать это явленіе, оказалось, что весь приборъ представлялъ собой громадную электрическую машину. Электричество образовывалось отъ тренія металлическихъ пластинъ о поверхность парафинированной бумаги. Но какъ только за металлическими пластинами поставили широкий металлическій гребень, соединенный съ землей, это явленіе окончательно прекратилось.

БИБЛЮГРАФІЯ.

Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner herausgegeben von **Dr. Gustav Benischke**, Ober-Ingenieur.

Электротехника въ отдѣльныхъ монографіяхъ, издаваемая при участіи выдающихся дѣятелей инженеромъ **Др. Г. Бенишке**.

Разсматриваемое изданіе начинается только выходить и намъ прислано пока только три выпуска, поэтому судить о его программѣ преждевременно. Предназначено это изданіе для студентовъ высшихъ техническихъ школъ, а также для инженеровъ-практиковъ. Цѣль его собрать въ отдѣльныхъ монографіяхъ всѣ необходимыя свѣдѣнія изъ теоріи и практики разсматриваемаго вопроса и при томъ въ такомъ видѣ, какой наиболѣе пригоденъ для практиковъ же. Появленіе подобныхъ монографій можно только приветствовать, такъ какъ практика давно испытываетъ потребность въ монографіяхъ, которыя бы освѣщали детально какой-нибудь одинъ, часто очень небольшой вопросъ, но играющій однако существенную роль въ эксплуатации. Такіе вопросы изложены обыкновенно очень кратко въ различныхъ курсахъ, специальныхъ руководствахъ и журналахъ. Поэтому описываніе матеріала по интересующему вопросу крайне затруднительно для людей заваленныхъ практическимъ дѣломъ. Вотъ этимъ-то лицамъ разсматриваемое изданіе можетъ принести громадную пользу, если только темы для послѣдующихъ выпусковъ будутъ выбраны удачно. Надо думать, что изданіе будетъ сплошь интересно, такъ за это говорить имя инженера Бенишке, да и кромѣ того, въ предисловіи издатель говоритъ, что ему удалось привлечь къ сотрудничеству много извѣстныхъ инженеровъ, которые, не имѣя времени писать большихъ трудовъ, могутъ однако детально изложить какой-нибудь отдѣльный вопросъ. Итакъ, повторяемъ, что подобныя изданія по существу дѣла очень симпатичны и успѣхъ ихъ съ одной стороны обеспечивается въ насущной потребности детального освѣщенія нѣкоторыхъ темъ повседневной практики, а съ другой стороны участіемъ извѣстныхъ авторитетовъ, которые легко найдутъ возможность изложить какой-либо интересный вопросъ, со всѣми нужными подробностями изъ практики.

Erstes Heft. **Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärische Entladungen**. von **Dr. Gustav Benischke**. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1902. MK. 1, 20.

I выпускъ. Приборы для защиты установокъ сильныхъ токовъ отъ атмосферныхъ разрядовъ. Др. Г. Бенишке. Брауншвейгъ. 1902. 42 стр. въ 8 д. л. съ 43 рисунками въ текстѣ. Цѣна около 60 коп.

Выпуск I содержит объяснения принципов действия приборов, служащих для защиты от атмосферных разрядов машин, трансформаторов, воздушных проводов и проч., за исключением громоотводов для защиты зданий от ударов молнии, о которых автор не говорит. Въ сжатой, вполне общепонятной форме автор трактует вопрос, останавливаясь подробно на классификации приборов, указывает въ каких случаях, т. е. при каких напряжениях и пр. применимы те или другие типы приборов. Вообще говоря, настоящая книга не содержит описания всѣхъ существующихъ приборовъ, а служитъ прекраснымъ наставлениемъ при выборѣ того или другого типа приборовъ, подходящаго для данной установки и даетъ возможность отнестись къ нимъ критически. При этомъ авторъ совершенно отказывается отъ возможности дать какія либо опредѣленные указанія, гдѣ должны быть устанавливаемы подобные приборы, ибо это зависитъ отъ местныхъ условий данной установки. Этотъ выпускъ читается легко, написанъ очень ясно и будетъ очевидно прочитанъ многими съ большимъ удовольствіемъ.

Zweites Heft. **Der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen.** von Dr. Gustav Benischke Ober-Ingenieur. 1902. Preis Mk. 1. 20.

II выпускъ. Работа параллельно соединенныхъ машинъ переменнаго тока. Инженеръ Г. Бенишке. 1902. 55 стр. съ 43 фигурами въ текстѣ. Цѣна около 60 коп.

Разсматриваемый въ этой монографіи вопросъ представляетъ собой громадный интересъ для современнаго инженера-практика. Параллельная работа альтернаторовъ иногда является совсѣмъ не легкой задачей; а поэтому всякое объясненіе причинъ отклоненія машинъ отъ синхронизма уже само по себѣ интересно. Инженеръ Бенишке въ очень обстоятельной и ясной формѣ объясняетъ всѣ причины, могущія повлечь за собой невозможность параллельной работы альтернаторовъ, при чемъ объясняетъ эти причины чисто физически, что значительно облегчаетъ пониманіе сущности вопроса. Для большей ясности онъ сначала говоритъ о параллельной работѣ динамомашинъ постояннаго тока, а затѣмъ уже подробно переходитъ къ параллельной работѣ однофазныхъ и трехфазныхъ машинъ. Тутъ же онъ поясняетъ какъ слѣдуетъ пускать машины въ ходъ и переводить нагрузку съ одной машины на другую. Затѣмъ онъ даетъ всѣ схемы параллельнаго включенія машинъ, какія наиболее часто примѣняются на практикѣ. Эти схемы, не давая ничего новаго инженерамъ, однако очень и очень полезны для начинающихъ, такъ какъ онѣ выполнены прекрасно и облегчаютъ понимать часто очень сложныя схемы распределительныхъ досокъ современныхъ установокъ переменнаго тока.

Итакъ, по этимъ двумъ выпускамъ судя надо думать, что разсматриваемое изданіе будетъ встрѣчено съ большимъ сочувствіемъ.

Г. III.

Drittes Heft. **Die Grundgesetze der Wechselstromtechnik.** von Dr. G. Benischke. Braunschweig. Vieweg und Sohn. 1903. X + 141 s. mit 113 Fig.

III выпускъ. Основные законы электротехники переменныхъ токовъ. Др. Г. Бенишке. Брауншвейгъ. Фивегъ и Сынъ. 1903.

Эта книга является третьимъ выпускомъ въ предпринятомъ г. Бенишке изданіи ряда книгъ по отдѣльнымъ вопросамъ электротехники. Она невелика по объему и не задается обширными задачами. Авторъ остается все время на почвѣ теории и въ книгѣ нельзя

встрѣтить никакихъ указаній на устройство машинъ, на различныя ихъ системы, на расчетъ сѣтей и т. п. Книга написана чисто-математически, дается математическое опредѣленіе переменнаго тока и изъ него выводятся всѣ его свойства. Первый отдѣлъ книги трактуетъ объ основныхъ законахъ, управляющихъ электрическимъ токомъ, разбирается синусоидальный токъ и выводятся для него среднія арифметическое и квадратичное значенія. Второй отдѣлъ посвященъ одиночной цѣпи переменнаго тока съ сопротивленіемъ и самоиндукціей. Здѣсь даны полярныя діаграммы напряженій, вычерчены кривыя зависимости индукціи отъ амперъ-витковъ въ желѣзѣ и стали, отдѣльная глава посвящена вычисленію коэффициента самоиндукціи прямого провода и круга, разобрано достаточно подробно развѣтвленіе переменнаго тока. Третій отдѣлъ разбираетъ вопросъ о двухъ цѣпяхъ, связанныхъ между собою взаимной индукціей. Здѣсь даны полныя діаграммы трансформатора безъ утечки и съ утечкой. Выведена зависимость между первичнымъ и вторичнымъ токами трансформатора. Замѣтимъ, что дифференціальное уравненіе первичнаго тока не интегрируется здѣсь подробно, а просто дается окончательное выраженіе; этотъ приемъ нельзя не признать вполне умѣстнымъ въ книгѣ, стремящейся, по мѣрѣ возможности, обойтись безъ высшей математики. Въ примѣчаніи сдѣлана ссылка на Максвелля, гдѣ любознательные читатели могутъ найти подробный выводъ выраженія для первичнаго тока. Большое вниманіе уделено въ этомъ отдѣлѣ токамъ Фуко и гистерезису, но объ нихъ, какъ и обо всемъ прочемъ, сказано только самое необходимое. Отдѣльная глава посвящена въ этомъ отдѣлѣ вопросу о неравномерномъ распределеніи тока по сѣченію проводника. Здѣсь даны формулы Стефана для вычисленія сопротивленія и самоиндукціи проводника при неравномерномъ распределеніи плотности тока опять-таки безъ вывода, но съ соответствующей ссылкой. Въ отдѣлѣ двадцать четвертомъ изслѣдуется цѣпь съ самоиндукціей и емкостью.

Отдѣльная глава въ немъ трактуетъ о резонансѣ, но здѣсь недостаточно выяснена аналогія съ звуковымъ резонансомъ, нѣтъ указаній на собственный періодъ колебаній цѣпи. Отдѣлъ пятый посвященъ вопросу о сложныхъ волновыхъ формахъ. Вопросъ этотъ разобранъ въ общемъ достаточно подробно и иллюстрированъ нѣсколькими численными примѣрами. Наконецъ, отдѣлъ шестой посвященъ трехфазному току. Этотъ отдѣлъ далеко не отличается той ясностью, какой обладаютъ предыдущіе отдѣлы. Изложеніе здѣсь излишне сжатое и не всегда достаточно понятное. Для пониманія его требуется уже значительная подготовка и предварительное знакомство,—и довольно подробное, съ теоріей трехфазнаго тока. Особое приращеніе посвящено вычисленію элементовъ сложныхъ волновыхъ формъ. Въ общемъ, книга, несмотря на нѣкоторыя мелкія недостатки и на не совсѣмъ удачный II отдѣлъ (о трехфазномъ токѣ), представляетъ краткое, весьма послѣдовательно и ясно изложенное руководство по теоріи переменнаго тока. Особенно первые отдѣлы отличаются стройностью изложенія. Книга иллюстрирована многочисленными и весьма ясными чертежами. Къ сожалѣнію, только слишкомъ много въ ней мелкихъ, но крайне досадныхъ опечатокъ.

Этотъ выпускъ появится въ непродолжительномъ времени на русскомъ языкѣ.

С. М.