

Промышленность и техника

Энциклопедія промышленныхъ знаній

профессоровъ: Аренсъ, Арндтъ, Борхерсъ, Брюгеманъ, Вильке, Вюстъ, Гари, Гедике, Гейнцерлингъ, Гехтъ, Грунмахъ, Гуртлеръ, Даленъ, Зеттегастъ, Кастинеръ, Кохъ, Крамеръ, Крафтъ, Лассаръ-Конъ, Лёвенталь, Линдъ, Лутмеръ, Мите, Песслеръ, Плива, Рело, Рэ, Ровальдъ, Розенбоомъ, Трептовъ, Троске, Фаульвассеръ, Шварцъ, Шмидтъ, Шурцъ, Эбе и мн. др.

Полный переводъ съ IX нѣмецкаго издания съ значительными оригиналыми дополненіями, подъ редакціей профессоровъ

А. А. Байкова, В. И. Баумана, Н. А. Гезехуса, В. Я. Добровлянского, А. И. Митинскаго, И. И. Митинского, И. В. Мушкетова, В. В. Скobelевына, В. В. Эвальда и др.

100 выпусксовъ или 10 томовъ въ роскошн. полукоожан. перепл. Около 8000 страницъ, 7000 рисунк. въ текстѣ и 100 хромолитогр., карты, плановъ въ краскахъ и черн. картинъ.

Томъ III



С.-Петербургъ.

Книгоиздательское Т-во „Просвѣщеніе“, Невскій пр. 50.

1902.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО,

его добываніе и примѣненія въ промышленности и техникѣ.

Проф. Артура Вильке.

Полный переводъ съ девятаго нѣмецкаго изданія, подъ редакціей и съ дополненіями бывшаго профессора Электротехническаго Института Александра III

В. В. Скобельцына

824 рисунка въ текстѣ и 11 отдельныхъ приложений (хромолитографій и черныхъ картинъ)

С.-Петербургъ.

Типографія Товарищества „Просвѣщеніе“, 7 рота, 20.

1902.

Девяносто пепаурю. С.-Петербургъ, 23 ноября 1901 г.



Оглавление.

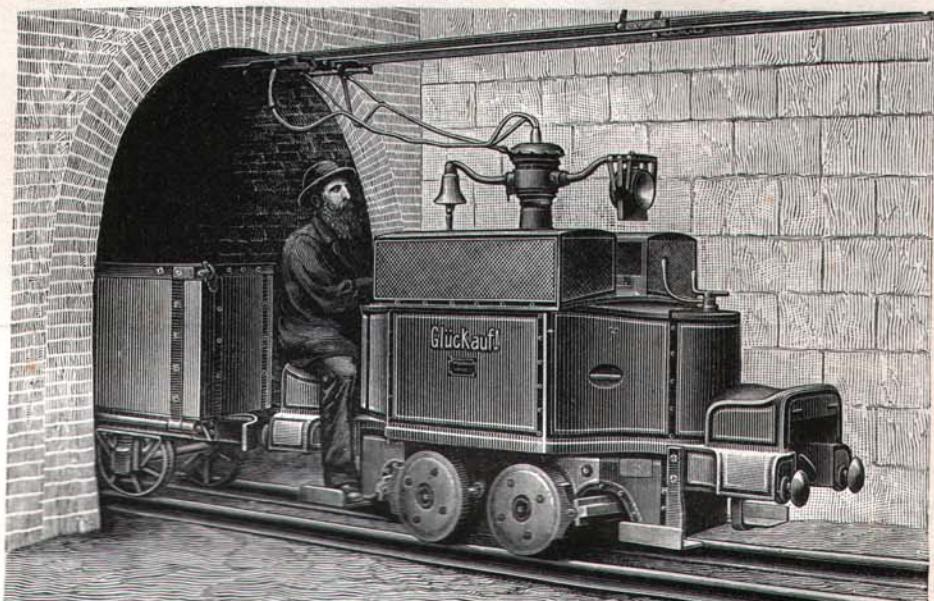
	стп		стп
Введение. Развитие применений электричества	3	Трансформаторы постоянного тока	100
Электрический токъ и его основные законы	10	Аккумуляторы	102
Сила тока. Напряжение. Сопротивление	10	Развитие аккумуляторовъ	104
Связь между электрическимъ токомъ и магнетизмомъ	15	Аккумуляторъ Фора	107
Явление переменныхъ токовъ	21	Аккумуляторъ Electrical Power Company	108
Получение электрического тока	30	Явленіе, происходящія въ аккумуляторахъ	109
Гальванические элементы. Предварительные понятія	30	Аккумуляторы другихъ конструкцій	109
Прежніе способы получения тока	31	Заряжаніе и разряженіе аккумуляторовъ	113
Постоянные элементы	33	Провода. Проводка электрической энергіи	116
Элементъ Даніеля и его видоизмененія	34	Изоляція	117
Элементъ Грове	35	Голые провода	118
Элементъ Бунзена	35	Изоляторы	118
Элементъ съ хромовой кислотой	36	Провода	120
Элементы для слабыхъ токовъ	37	Сращивание проводовъ	121
Элементъ Мейдингера	37	Столбы	121
Элементъ Калло	38	Прокладка воздушныхъ линій	122
Элементъ Лекланше и его видоизмененія	38	Изолированные провода	123
Сухіе элементы	40	Цѣль и способы изолированія	123
Газовая батарея	41	Обматываніе проводовъ	124
Термоэлектрический элементъ	43	Изолированіе гуттаперчей и каучукомъ	128
Соединеніе элементовъ въ батарею	44	Свинцовые кабели	130
Динамомашинъ. Предварительная замѣчанія	48	Предохранительная броня кабелей	133
Магнитоэлектрическая машина	50	Электрическое освещеніе.	134
Принципъ самовозбужденія	58	Тепловыя дѣйствія электрическаго тока	134
Первая динамомашинна	58	Дуговыя лампы	135
Кольцо Пачинотти-Грамма. Желѣзный сердечникъ якоря	59	Вольтова дуга	135
Динамомашинна Грамма	64	Прежніе регуляторы	138
Барабанный якорь	66	Проблескъ электрическаго свѣта	140
Новая динамомашинна	72	Электрическія свѣчи	141
Машины переменного тока	78	Дифференциальная лампы	142
Соединеніе въ динамомашинахъ	82	Дифференциальная лампы съ электромагнитнымъ спусковымъ приспособленіемъ	144
Вторичные источники тока	88	Дифференциальная лампы съ исполнительной регулировкой	146
Трансформаторы. Введение	91	Дуговыя лампы съ одностороннимъ движениемъ	148
Развитіе трансформаторовъ	93	Лампы съ закрытой дугой	151
Трансформаторъ Голларда и Гиббса	95	Ртутная лампа Аронса	153
Трансформаторы Ганца и К ^o	97	Закрытіе и подвѣшиваніе дуговыхъ лампъ	155
Различные типы трансформаторовъ	98	Выдувка углей для дуговыхъ лампъ	156
Расположение и установка трансформаторовъ	100		

	стр.		стр.
Калильные лампы	159	Электродвигатели и их примѣненія	296
Очеркъ развитія лампъ накаливания	159	Двигатели постоянного тока	296
Составные части калильной лампы	162	Получение механической энергии изъ электрической	296
Выдѣлка угольныхъ нитей	163	Устройство электродвигателей	301
Закрѣпленіе нити	165	Регулированіе электродвигателей	304
Выкачиваніе воздуха изъ лампъ	167	Примѣщество электродвигателей	307
Окончательная обработка лампъ	171	Примѣненіе электродвигателей	308
Патроны для лампъ накаливания	172	Электрическая тяга	328
Поддержки для лампъ накаливания	174	Двигатели переменного тока	361
Колпаки и абажуры	175	Синхронные двигатели	361
Экономичность и долговѣчность лампъ накаливания	176	Индукціонный двигатель	366
Лампа Нернста	178	Электрическая передача энергии	383
Установка электрическаго освѣщенія	181	Передача энергіи между Лайфеномъ и Франкфуртомъ-на-Майнѣ	385
A. Отдельные установки	181	Ниагарская установка	394
Генераторная станція	181	Гальванотехника	404
Двигатели	181	Покрываніе металловъ металлическими (гальваностегія)	405
Динамомашины	190	Ванны и электроды	405
Регулирующія приспособленія	192	Источники тока	407
Примѣненіе аккумуляторовъ къ освѣщенію	193	Провода	409
Провода	197	Регулировка тока	409
Включение лампъ	197	Сосудъ для растворовъ	409
Провода и ихъ прокладка	201	Подготовленіе покрываемыхъ поверхностей	410
Выключатели	204	Изготовление растворовъ и обращеніе съ ними	412
Коммутаторы	208	Никелеваніе	412
Предохранители	208	Серебрение	414
Измѣрители тока и напряженія	211	Золоченіе, платинированіе	415
Выборъ и распределеніе лампъ	213	Цинкованіе, луженіе, покрываеміе свинцомъ	415
B. Установки съ центральными станціями	216	Покрываеміе мѣдью и латунью; сургучомъ	416
Провода центральныхъ станцій	216	Покрываеміе желѣзомъ	417
Центральная станція въ Америкѣ	219	Различные примѣненія	418
Центральная электрическая станція въ Германіи	227	Гальванопластика	418
Берлинскія центральные станціи	227	Гальванопластика мѣдью	418
Устройство машинъ	228	Изготовленіе гальванопластическихъ клише	419
Производство	230	Приготовленіе пластическихъ сплавовъ	420
Сѣть проводовъ	235	Различные примѣненія гальванопластики	421
Счетчики электрической энергіи	237	Дальнійшія примѣненія химического дѣйствія тока	422
Электрическая станція, обслуживающая аккумуляторами	239	Электролитическое добываніе и очистка металловъ	422
Англійская центральная станція	247	Способы выплавливанія золота	424
Центральная станція переносного тока	250	Добываніемагнія	424
B. Особітѣльные установки для специальныхъ изѣбъ	258	Добываніе алюминія и его сплавовъ	425
Особітѣльные трансформаторы	258	Карборундъ	433
Электрический светъ на судахъ	262	Карбидъ кальция	435
Электрическое освещеніе железнодорожныхъ поѣздовъ	268	Электрическое бѣлевіе	438
Свѣтильники фонари	272	Электрическое добываніе берголетовой соли и ёдкихъ щелочей	441
Техническія примѣненія тепловыхъ дѣйствій тока	275	Телеграфія	444
Электрическое отопленіе	276	Понятіе о телеграфіи и ея сущность	444
Полученіе высокихъ температуръ помощьюъ тока	281	Исторія телеграфіи	445
Электрическое поджиганіе минъ	281	Телеграфные аппараты	450
Гальвакоакустика, прижигатели	283	Телеграфы съ магнитными стрѣлками	451
Электрическая сварка и спайка	285		
Электрическая плавка	294		

Стрѣлочные телеграфы	455	Электрическое исправление хода часовъ	545
Телеграфъ Штейнгейля	460	Электрическое регулирование хода часовъ	546
Аппаратъ Морзе	461	Оптические сигналы о времени	547
Реле	466	Хронографы	548
Клонферъ	467	Телефонія. Введение	550
Буквопечатающіе аппараты	467	Изобрѣтеніе телефона	550
Копирующіе телеграфы	470	Принципъ телефона	552
Телавтомографъ	473	Различныя конструкціи телефоновъ	554
Подводная телеграфія	475	Телефонъ, какъ передатчикъ и приемникъ	558
Трансатлантическое сообщеніе	477	Микрофонъ	559
Аппараты для подводныхъ линій	483	Передача звуковыхъ колебаний индукционными токами	566
Пишущіе аппараты для подводныхъ линій	487	Соединеніе телефонныхъ аппаратовъ и способы коммутации	567
Автоматическіе телеграфы	489	Различные типы телефонныхъ аппаратовъ	570
Автоматический аппаратъ Витстона	492	Коммутационныя системы	573
Прокладка подводныхъ кабелей	492	Устройство центральныхъ телефонныхъ станций	581
Измѣрения, производимыя надъ кабелями	496	Петербургская центральная станція	581
Соединеніе телеграфныхъ аппаратовъ	500	Междугородная телефонія	589
Мультиплексная телеграфія	502	Различныя примѣненія телефона и микрофона	595
Домашняя телеграфія. Введеніе	508	Фонографъ	597
Источники тока для домашней телеграфіи	510	Электрическія волны.	601
Электрическіе звонки	510	Электромагнитная теорія свѣта	
Приборы для замыканія тока	516	Фарадей-Максвелля	602
Указатели	519	Опыты Герца	603
Реле	522	Опыты Тесла	608
Прокладка проводовъ	522	Холодный свѣтъ Мура	611
Схемы устройства звонковыхъ цѣней	524	Беспроволочная телеграфія Маркони	613
Электрическая сигнализация для различныхъ цѣлей.	529	Электротехническая промышленность.	619
Желѣзодорожная телеграфія	529	Обзоръ развитія электротехнической промышленности	619
Сигналы по линіи	529	Германия	620
Дистанционные сигналы	531	Англія	628
Сигналы для указавія свободного пути	531	Остальныя государства западной Европы	630
Контрольные аппараты скорости движения поездовъ	534	Соединенные Штаты Сѣверной Америки	632
Пожарная сигнализациія	535	Эксплоатация электрической энергии и электротехническая промышленность въ Россіи	635
Электрическіе часы	537	Предметный указатель.	639
Механизмъ электрическихъ часовъ	537		
Электрическіе передатчики времени	543		

Буравъ ванъ-Деполя ставится на треножникѣ и можетъ работать на немъ въ различныхъ положеніяхъ, въ горизонтальномъ или наклонномъ. Его ходъ равняется 138 миллим., а число ударовъ въ минуту — 325. Продвиганіе бурава впередъ по мѣрѣ хода работы производится при помощи винта съ рукояткой (рис. 385).

Электрическая тяга. — Изъ всѣхъ примѣненій электродвигателей въ настоящее время ни одно не пріобрѣло такого значенія, какъ тяга желѣзныхъ дорогъ и въ особенности омнибусовъ. Первая дорога такого рода, показанная на рис. 383, была устроена Сименсомъ и Гальске въ 1879 г. на берлинской промышленной выставкѣ, и ея успѣхъ заставилъ эту фирму для закрѣпленія за собой права собственности на изобрѣтеніе устроить настоящую, правильно дѣйствующую дорогу. За этой дорогой слѣдовала вторая,



382. Электрический локомотивъ для рудниковъ Сименса и Гальске.

построенная той же фирмой въ Оффенбахѣ, третья въ Мёглингѣ въ Вѣнѣ и нѣсколько горнозаводскихъ желѣзныхъ дорогъ. Но затѣмъ долгое время ничего не было слышно больше объ электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ кроме омнибусовъ въ Гамбургѣ и Брюсселѣ, работающихъ аккумуляторами, и дороги, устроенной въ Портрѣшѣ въ Англіи. Наконецъ въ серединѣ восьмидесятыхъ годовъ американцы воспользовались этимъ изобрѣтеніемъ и разработали его технически, замѣнивъ прежде всего неудовлетворительную проводку тока по рельсамъ очень простой воздушной проводкой. Ихъ старанія увѣнчались блестящимъ успѣхомъ, и число электрическихъ линій въ Америкѣ быстро растетъ съ каждымъ годомъ.

Слѣдующая небольшая таблица пояснитъ намъ ростъ цифрами: находилась въ дѣйствіи въ Соед. Штатахъ:

въ концѣ 1887 г. . .	22	электрическия желѣзныя дороги.
" 1888 г. . .	52	" "
" 1889 г. . .	110	" "
" 1890 г. . .	280	" "
" 1891 прибліз.	500	" "



883. Первая электрическая дорога (Берлинъ, 1897).

Въ 1897 г. изъ 806 уличныхъ предпріятій 698 приходилось на долю электрическихъ дорогъ. Длина ихъ путей равнялась круглымъ числомъ 13 600 англійскимъ милямъ; число вагоновъ уличныхъ электрическихъ дорогъ было

37 100—47 000. Весною 1899 количество электрическихъ желѣзныхъ дорогъ въ Штатахъ доходило до 800—900.

Эти успѣхи подѣствовали въ свою очередь на Европу, где стали думать о приспособленіи американскихъ системъ къ нашимъ условіямъ. Воздушные провода, которые приходилось прокладывать по улицамъ городовъ, встрѣтили въ Европѣ сильное сопротивленіе, которое мотивировалось тѣмъ, что протягивание по улицамъ проволокъ дѣлаетъ ихъ некрасивыми, и кро-

384. Электрический буравъ для горныхъ породъ.

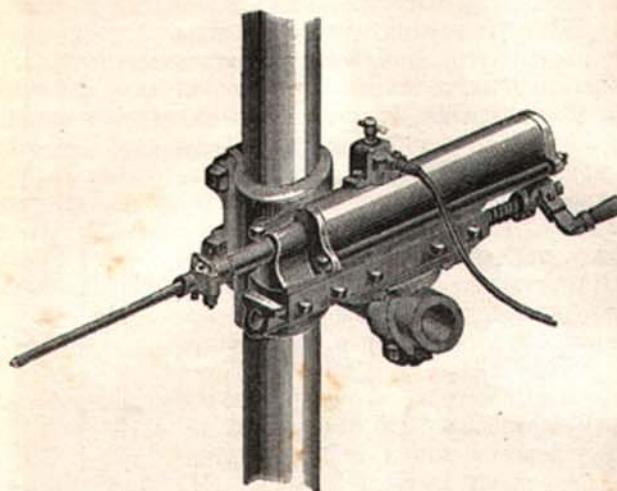
мъ того не желательно въ отношеніи сообщенія и другихъ условій; якіи въ этомъ отношеніи менѣе щепетильны и въ практическихъ дѣлахъ совсѣмъ не принимаютъ въ разсчетъ красивый видъ или возможность помѣхъ. Поэтому въ Европѣ обратились къ подземной проводкѣ тока, и такую линію построили Сименсъ и Гальске въ Будапештѣ.

Но подземная проводка значительно удорожаетъ постройку линій, а потому и въ Германіи пытались ввести воздушную проводку. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft построила по этой системѣ дорогу въ Галле; во время бременской промышленной выставки электрическая компания Томсона - Хоустона построила пробную линію

385. Электрический буравъ для горныхъ породъ ванъ-Деполя.

для соединенія города съ мѣстомъ выставки, примѣнивъ также воздушные провода.

Благодаря этимъ первымъ установкамъ, электрическія желѣзныя дороги пошли въ ходъ въ Германіи, тогда какъ прежде онѣ примѣнялись только въ



Америкъ. Германія старалась исправить то, что было упущено, и въ настоещее время она имѣть электрическихъ желѣзныхъ дорогъ больше всѣхъ другихъ странъ, исключая Америки.

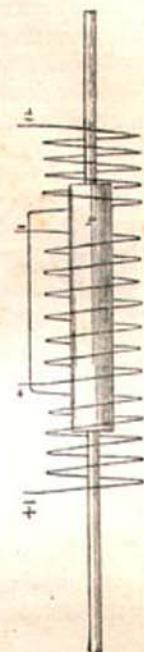
Обращаясь къ устройству электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, мы должны различать прежде всего два различныхъ типа: у одного типа токъ доставляется изъ одной центральной станціи, а у другого необходимая электрическая энергія возится въ аккумуляторахъ.

Что касается до дорогъ съ проводами, то мы различаемъ дороги съ проводкой тока чрезъ рельсы и дороги съ особыми проводами; у послѣднихъ провода можно прокладывать подъ землей или въ воздухѣ, а именно подъ вагономъ или надъ нимъ.

Пользованіе рельсами, какъ прямымъ и обратнымъ проводомъ, представляетъ самую простую и дешевую систему, но вмѣсть съ тѣмъ наименѣе пригодную для употребленія. Серьезной помѣхой для нея является сырость, которая доставляетъ для тока побочное сообщеніе между рельсами и при большомъ протяженіи линіи производить такую потерю, что рациональное дѣйствіе линіи оказывается невозможнымъ. Что эта система все же возможна при известныхъ условіяхъ, это доказала Лихтерфельдская дорога, у которой проводами служили рельсы. Но здѣсь рельсы были проложены по особому полотну и на сравнительно сухомъ грунте. Кромѣ того при движеніи по линіи только небольшой отсѣкъ приводился въ соединеніе съ изолированиемъ проложеннымъ проводомъ и опять разобщался, когда вагонъ переходилъ на новый отсѣкъ, который въ свою очередь вводился въ цѣнь коммутаторомъ, приводимымъ въ дѣйствіе самимъ вагономъ.

При такомъ устройствѣ, когда рельсовая линія раздѣляется на нѣсколько отсѣковъ и всегда только одинъ отсѣкъ бываетъ соединенъ съ особо проложеннымъ проводомъ, можно не бояться потерь тока, какія происходятъ при простой проводкѣ тока чрезъ рельсы. Но съ одной стороны уличная грязь портитъ контактъ между рельсами и приемниками тока у вагоновъ, а съ другой трудно устроить на улицахъ коммутаторъ, приводимый въ дѣйствіе вагономъ. Для устраненія послѣдняго затрудненія русскій изобрѣтатель Линевъ предложилъ очень остроумную систему.

Линевъ примѣняетъ особый, расположенный въ серединѣ между рельсами на уровне мостовой проводъ, состоящий изъ короткихъ отсѣковъ (въ метръ длиной), которые проложены отдельно одинъ отъ другого въ асфальтѣ (рис. 387). Около этого рельса расположены нѣсколько ниже другой меньшій T-образный рельсъ, соединенный съ первымъ связями и обращенный своей широкой частью внизъ. Эти рельсы прикрываютъ небольшой, выложенный камнемъ каналъ, въ которомъ проложенъ проводъ. Послѣдний состоить изъ двухъ проложенныхъ на изоляторахъ голыхъ медныхъ полосъ, поверхъ которыхъ свободно положена луженая желѣзная полоса. Вагонъ снабженъ сильнымъ электромагнитомъ, который притягиваетъ желѣзную полосу и прижимаетъ ее къ расположенному непосредственно подъ магнитомъ kontaktному рельсу, приводя его въ соединеніе съ медными проводами, а слѣ-



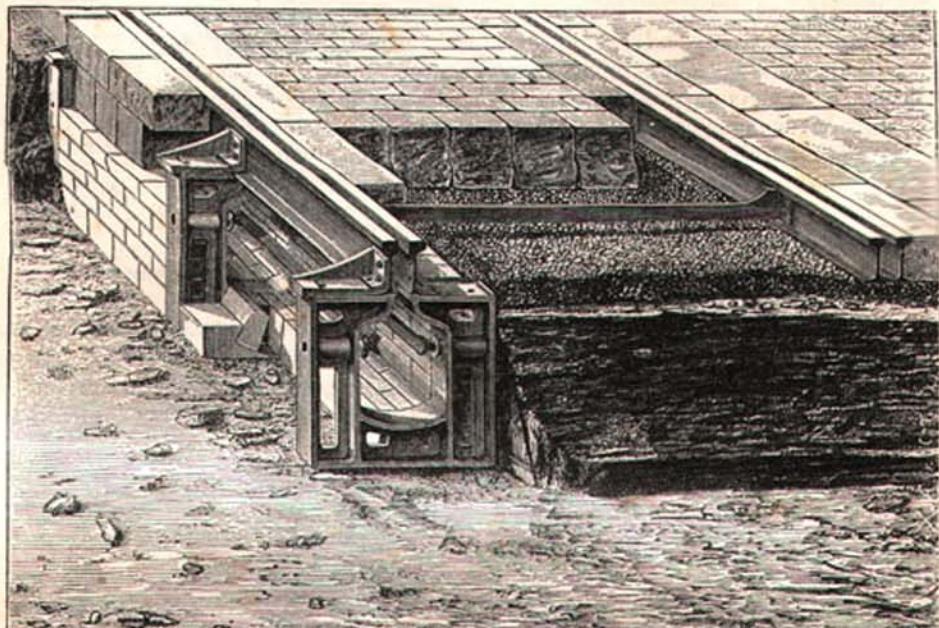
386. Принцип горнозаводско-буровань-Деполя.



387. Подземный проводъ для электрическихъ трамваевъ системы Линева.

довательно и полюсомъ генератора тока; такимъ образомъ получается возможность доставлять токъ двигателю при помощи прикрепленныхъ къ вагону контактныхъ щетокъ, которые скользить по контактному рельсу. Обратнымъ проводомъ служать рельсы пути.

Система Линева не получила практическаго значенія, но она создала цѣлый рядъ другихъ системъ, основанныхъ на томъ же принципѣ, т.-е. въ которыхъ токъ подводится къ вагону помошью короткихъ контактныхъ рельсовъ, расположенныхъ на мостовыхъ между двумя путевыми рельсами. Такой контактный рельсъ долженъ быть въ соединеніи съ изолированнымъ отъ земли проводомъ только до тѣхъ поръ, пока вагонъ находится на немъ.



388. Подземная проводка для электрическаго трамвая въ Будапештѣ.

Послѣдователи Линева не пользовались магнитнымъ включеніемъ. Они пытались устроить особаго рода механизмы, которые выключали бы изъ цѣли пройденный участокъ контактнаго рельса и, одновременно съ этимъ, включали бы въ цѣль слѣдующій участокъ. Такіе механизмы оказались очень сложными, вслѣдствіе чего эти системы до сей поры не получили значительнаго распространенія.

Несмотря на заманчивость мысли, подводить токъ къ вагону по проводу, лежащему на уровне мостовой, проводу, который позволилъ бы избавиться отъ быстро портящагося и некрасиваго воздушнаго провода съ одной стороны и позволилъ бы замѣнить дорогую подземную проводку дешевой, совершенно не стѣсняющей уличнаго движенія надземной проводкой — съ другой, мысль эта не получила до сей поры осуществленія на уличныхъ путяхъ; причиной этого служатъ загрязненіе контактнаго рельса и нарушение правильности дѣйствія установки. На уличныхъ путяхъ до сей поры пользуются исключительно двумя системами проводки: подземной и воздушной. Подведеніе тока по проводу, лежащему на уровне пути, нашло себѣ примѣненіе на дорогахъ съ изолированнымъ полотномъ, каковы напр. надзем-

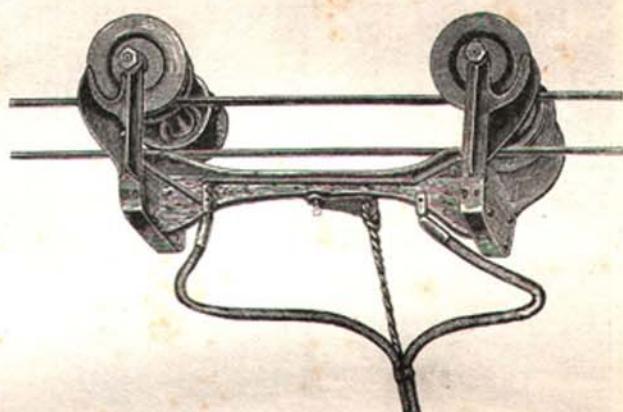
ныя дороги въ Ливерпуль, Берлинѣ, Чикаго и подземная — въ Будапештѣ, Бостонѣ, Лондонѣ и Берлинѣ.

У дорогъ съ подземной проводкой голый проводъ располагается изолированно въ каналѣ вдоль пути; по нему скользить контактное приспособление, прикрепленное къ вагону. При этомъ однако надо иметь въ виду, что чрезъ щель, которую приходится дѣлать для соединенія вагона съ проводомъ, можетъ попадать въ каналъ уличная вода и сильно заливать его при ливняхъ. Поэтому приходится заботиться не только о хорошемъ отводѣ попадающей воды, но и о достаточной вмѣстимости канала, чтобы попадающая въ него въ большомъ количествѣ вода не доходила до провода. Итакъ, какъ видимъ, узкий каналъ не можетъ удовлетворить условіямъ; приходится устраивать довольно широкій каналъ, а это значительно удорожаетъ устройство подземной проводки.

На рис. 388 представлено устройство подземной проводки, какое примѣнено на будапештской желѣзной дорогѣ. Въ грунтѣ мостовой поставлена, на разстояніи 1,2 м. одна оть другой, чугунные рамки, поддерживающія рельсы и служащія вмѣстѣ съ тѣмъ для расположения обоихъ проводовъ, которые представляютъ собою расположенные одна противъ другой полосы углового желѣза, прикрепленные къ изоляторамъ. Между рамками расположены плотно закрытый каналъ со щелью только между рельсами, въ которую проходитъ прикрепленная къ вагону пластинка со скользящимъ контактомъ. Такое устройство конечно очень хорошо, но оно очень дорого.

Тамъ, гдѣ позволяютъ обстоятельства, взамѣнъ дорогой подземной проводки строить воздушную, напр. по улицамъ съ не особенно большимъ движениемъ, по набережнымъ и пр.

Вопросъ о соединеніи воздушного провода съ вагономъ, кажущійся теперь такимъ простымъ причинилъ однако много затрудненій, а потому намъ нужно познакомиться съ тѣмъ необыкновенно простымъ и практическимъ устройствомъ, которое устроили американцы въ своемъ стержневомъ kontaktѣ. Затрудненіе, которое приходилось преодолѣвать здѣсь, заключается въ томъ, что воздушный kontaktъ надо поддерживать въ хорошемъ соприкасаніи съ проводомъ, не мѣшай его движению. Пытались удовлетворить этимъ условіемъ при помощи бѣгущаго по воздушному проводу катка, но здѣсь встрѣчалось затрудненіе при переходѣ чрезъ изоляторы и кромѣ того соприкасаніе между каткомъ и проволоками, по большей части заржавѣвшими и склинившимися, не могло быть хорошимъ. Сименсъ и Гальске на своихъ электрическихъ дорогахъ съ воздушной проводкой пробовали примѣнять разрѣзанные желѣзныя трубки, которыхъ прокладывали на столбахъ вдоль пути и въ которыхъ бѣжалъ на пружинномъ рычагѣ металлический челнокъ. При помощи рычага, проходящаго чрезъ прорѣзь трубки, челнокъ увлекалъ за собою вагономъ. Почти прикрыта внутренность трубки остава-

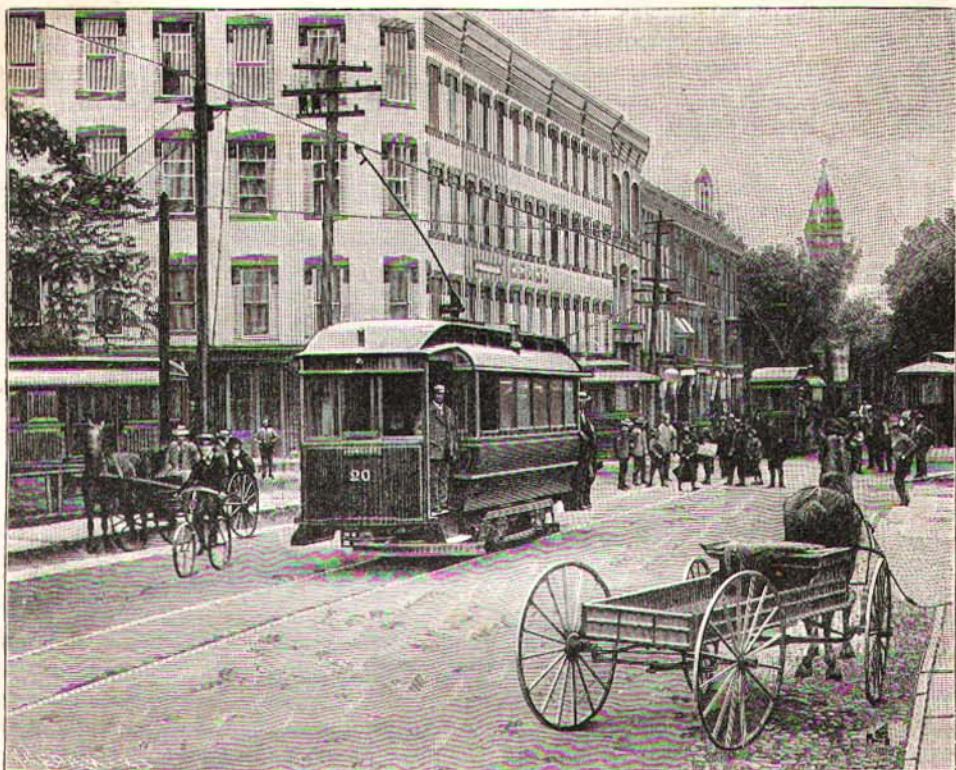


388. Контактная тележка для воздушного провода.

лась довольно чистой, чemu способствовало также треніе членка о стѣнки трубки.

Прокладка такой трубки по столбамъ и другимъ подпоркамъ представлять большія затрудненій и къ тому же некрасива. Такимъ образомъ возвратились опять къ проволочнымъ проводамъ, съ бѣгущими по проволокамъ катками. Нашъ рис. 389 можетъ дать представлѣніе о такомъ каткѣ. Подобное устройство употреблялось еще недавно въ Америкѣ на многихъ линіяхъ.

Проводка при помощи катка вообще менѣе распространена, чѣмъ проводка посредствомъ стержневаго контакта, отчасти въ виду того, что послѣдній



390. Вагонъ электрической дороги съ контактнымъ стержнемъ.

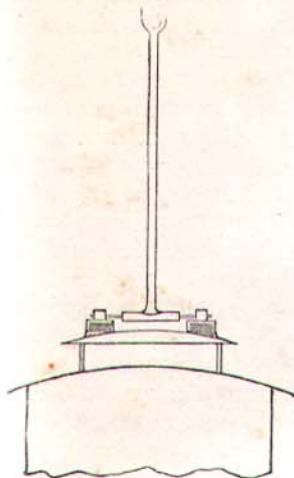
легче исправлять при соскакиваніи контактнаго колеса съ провода, а отчасти также потому, что при немъ проще и надежнѣе можно допускать переводы и перекрещивания; относительно этого надо замѣтить, что переводу и перекрещиванию рельсовъ должны соотвѣтствовать также переводъ и перекрещивание воздушныхъ проводовъ, что причинило конструкторамъ много затрудненій.

Каждущійся такимъ незначительнымъ вопросъ о цѣлесообразности проводки тока къ вагону въ сущности задержалъ развитіе электрическихъ желѣзныхъ дорогъ на десятки лѣтъ. Наконецъ наши въ Америкѣ удивительно простое и, какъ послѣдствія показали, совершенно достаточное решеніе. Американскіе изобрѣтатели придумали стержневый kontaktъ, который былъ шель подъ проволокой, а чтобы онъ прочно прилегалъ къ ней, его прикрепили на конецъ длиннаго стержня, поставленного на крышу вагона въ наклонномъ положеніи и отклоняемаго пружиной кверху. Рис. 390 показы-

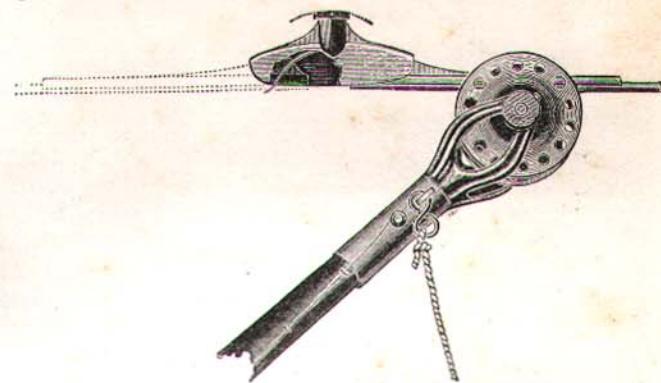
ваетъ это приспособленіе. Мы видимъ, какъ стоящій наверху вагона тонкій стержень нажимаетъ о проволоку металлическій катокъ, который посредствомъ проводника, находящагося внутри стержня, соединенъ съ вагономъ и его моторомъ. Отъ мотора идеть токъ дальше къ колесамъ, которыя связываютъ контактъ съ рельсами. Эти послѣдніе образуютъ обратный проводъ.

Схематическое изображеніе устройства контактнаго стержня дано на рис. 391. Самъ же катокъ представленъ на рис. 392, изъ котораго видно, что онъ имѣть глубокій пазъ, которымъ онъ бѣжитъ по проволокѣ.

Пружинящее закрѣпленіе стержня съ каткомъ на крыше вагона показано на рис. 393. Нижній конецъ



391. Контактный стержень.

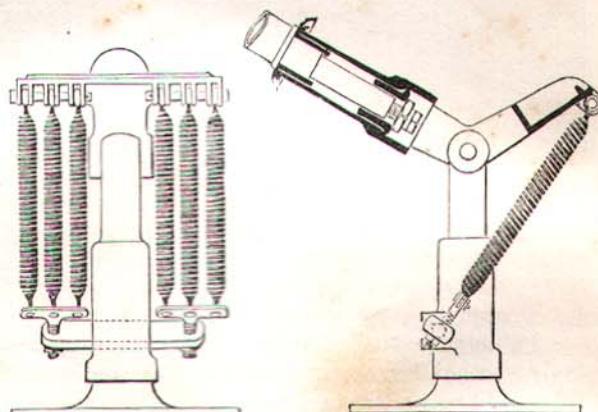


392. Контактный катокъ.

стержня вставляется въ одно колѣно шарнира, привинченного къ крыше вагона; второе колѣно шарнира оттягивается внизъ пружиной, благодаря чему верхній конецъ стержня прижимается къ проволокѣ.

Въ большинствѣ случаевъ подводящій проводъ лежитъ надъ срединой рельсовъ, но возможно помѣщать его и сбоку, какъ представлено на рис. 394. При такомъ расположениіи провода могутъ быть проведены по бокамъ улицы, какъ это и показывается нашъ рисунокъ. Помощью шнура, прикрепленного къ верхнему концу стержня, кондукторъ можетъ спускать стержень и снимать катокъ съ провода, или же, когда онъ соскочитъ, опять наложить его на проволоку.

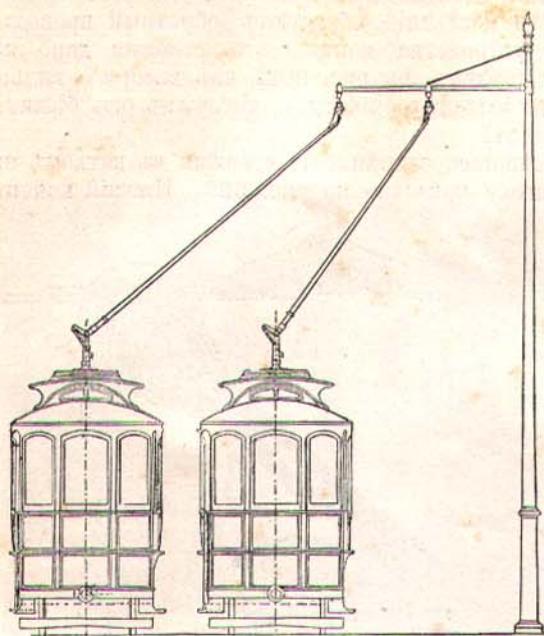
Американцы превзошли фирму „Сименсъ и Гальске“. То, что послѣдняя напрасно искала въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ, яники нашли со своей обычной ловкостью въ очень определенной форме, и нѣмцамъ не оставалось ничего больше, какъ слѣдовать по новому извѣсообразному пути. Но нѣмцы захотѣли дать изобрѣтенію, которому они должны были слѣдовать, другое устройство и изобрѣли контактную петлю,



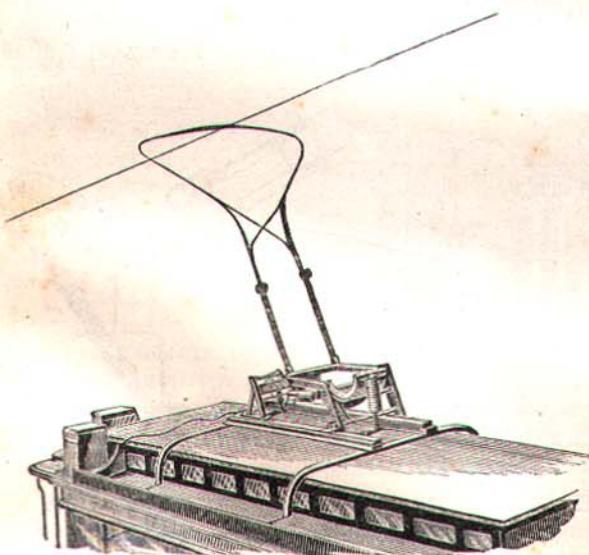
393. Прикрепленіе стержня-тролей.

скользящую по нижнему краю провода. Рис. 395 дасть понятіе объ этомъ простомъ приспособленіи. Преимущество петли заключается въ томъ, что для контакта возможны значительныя уклоненія въ сторону безъ опасности разъединенія съ проводомъ, что легко могло бы произойти при каткѣ. Для отвѣтвленій не требуется особыхъ приспособленій въ проводѣ; разѣтвляющіяся проволоки скрѣпляются вмѣстѣ, и широкая петля скользитъ подъ мѣстомъ соединенія отъ проволоки къ отвѣтвлению, не нарушая контакта. Такая простота перехода даетъ существенное превосходство контактной петлѣ, которая кромѣ того не можетъ соскользнуть съ провода, какъ катокъ. Сначала быстро изнашивались какъ провода, такъ и петли. Берлинская фирма покрыла петлю мягкимъ металломъ, который одинъ и изнашиваетъ; такимъ образомъ сберегается дорогой проводъ. Покрышка возобновляется легко и безъ особыхъ затратъ. Важный вопросъ о соединеніи вагоновъ съ токомъ былъ такимъ образомъ рѣшенъ.

На практикѣ являлись и другія затрудненія, которыхъ съ теченіемъ времени искусно были побѣждены; объ нихъ мы поговоримъ дальше. Рельсовый путь электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, съ точки зрѣнія пути для вагоновъ, не представляетъ никакихъ особенностей; его постройка одинакова съ другими уличными желѣзными дорогами; съ точки же зрѣнія пути для тока онъ требуетъ нѣкотораго объясненія. У современныхъ электрическихъ дорогъ съ воздушнымъ про-



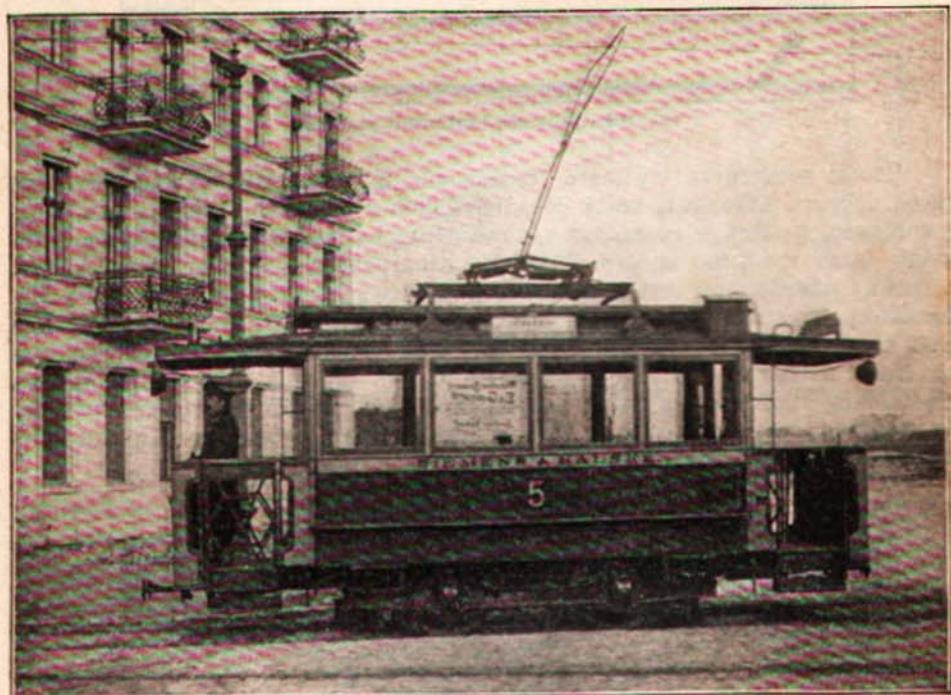
394. Косо поставленные стержни тролей.



395. Контактная петля.

водомъ изолированъ только верхній проводъ, въ качествѣ же обратнаго провода пользуются рельсомъ. Не нужно думать, какъ это дѣлаютъ ошибочно американцы, что рельсъ безъ особыхъ къ тому приспособленій можетъ быть использованъ въ качествѣ провода. Хотя стыки между рель-

сами и скрѣплены прижатыми къ нимъ жѣлѣзными пластинами, по въ электрическому отношенію это соединеніе недостаточно и представляетъ большое сопротивленіе прохожденію тока. Отъ этого происходитъ слѣдующее: токъ не ограничиваетъ своего пути одними рельсами, но отвѣтствуется изъ нихъ въ землю, а, когда представляется случай, распространяется частью и черезъ соѣднія металлическихъ массы, которыхъ идутъ приблизительно параллельно дорогѣ. Это послѣднее случается довольно часто, такъ какъ известно, что вдоль улицъ тянутся въ землю газопроводная и водопроводная трубы. Такая помощь со стороны газо- и водопровода очень кстати строителямъ электрическихъ жѣлѣзныхъ дорогъ, но владѣльцамъ трубопроводовъ это невыгодно. Когда токъ пользуется на части своего пути трубопроводомъ это невыгодно. Когда токъ пользуется на части своего пути трубопроводомъ это невыгодно.



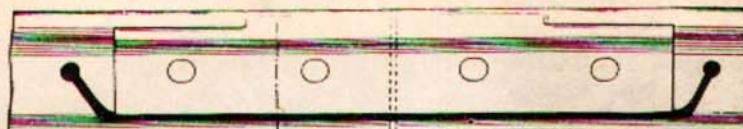
339. Электрический вагонъ съ контактной петлей.

проводомъ, то онъ долженъ въ одномъ мѣстѣ въ него войти, а въ другомъ — изъ него выйти. Изъ отдѣла электрохиміи мы знаемъ, что токъ, проходя сквозь жидкій проводникъ, разлагаетъ его и что тамъ, где токъ, выйдя изъ твердаго проводника, входитъ въ жидкій, выдѣляется кислородъ или даже хлоръ, если жидкій проводникъ представляетъ воду или растворъ соли. Этотъ-то случай и имѣть мѣсто при прохожденіи тока сквозь сырую почву. Тамъ, где токъ, отвѣтствующій напримѣръ въ металлической водопроводъ, изъ него выходитъ въ почву, происходитъ разложеніе почвенной влаги, причемъ выдѣляются вещества, которыи разъѣдаютъ водопроводную трубу. Послѣдствія читатель можетъ легко себѣ представить. Электрохимический процессъ по отношенію къ водопроводной трубѣ вызываетъ судебный процессъ со стороны администраціи водопровода, а затѣмъ появляются, какъ необходимыя послѣдствія этого, — адвокатъ и судья.

Всѣ эти непріятности устраниются весьма просто. Соединяютъ рельсы полосы не только механически, но и электрически особымъ проводомъ,

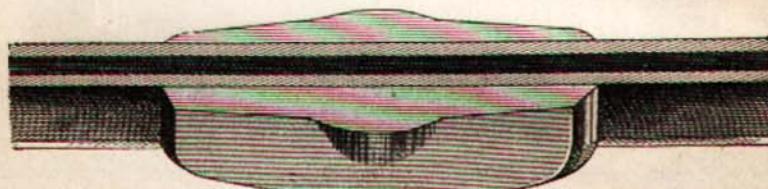
соединяя концы рельса достаточно толстой медной проволокой, концы которой вводить въ концы рельса (рис. 400). Это продѣлывается у обоихъ рельсовыхъ проводовъ, которые кромѣ того, черезъ каждые 3—5, скрѣпляются еще одинъ съ другимъ и, въ большинствѣ случаевъ, съ идущимъ отъ источника тока, положеннымъ въ землю мѣднымъ проводникомъ.

При такомъ устройствѣ большая часть тока возвращается черезъ рельсы. Только небольшая часть тока все же отвѣтвляется черезъ землю и распространяется на большую площадь. Сила этого тока уже не опасна для водопровода, но въ телефонныхъ проводахъ этотъ блуждающій токъ даетъ еще себя чувствовать.



400. Электрическое скрѣпленіе рельсовъ.

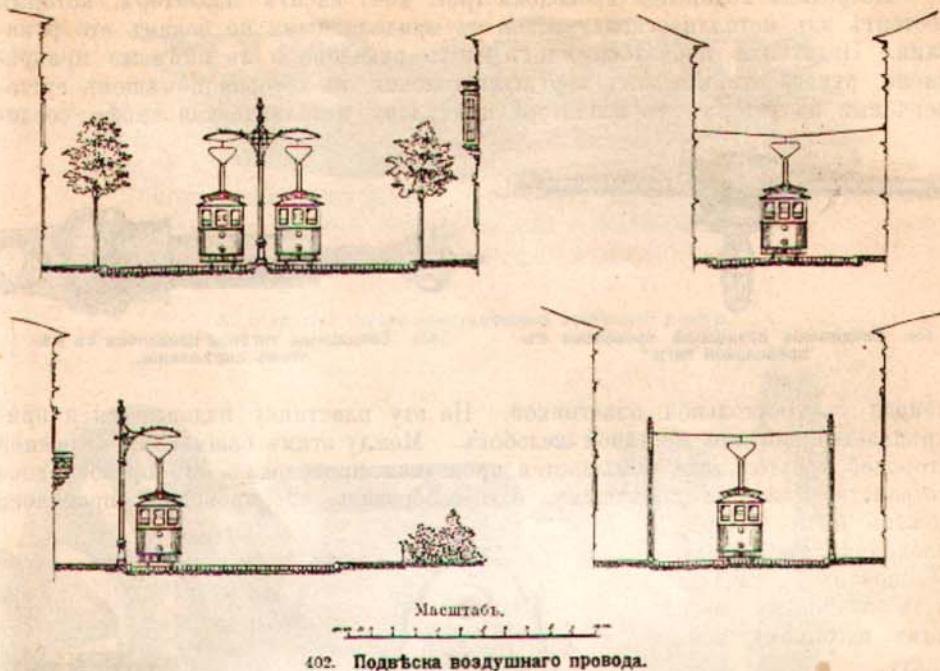
Чтобы достигнуть лучшаго соединенія и устранить толчки, которые много вредятъ вагонамъ, стали соединять концы рельсовъ, спаивая ихъ электрическимъ путемъ и составляя такимъ образомъ безпрерывный рельсъ. Объ этомъ было говорено на стр. 291. Но электрическая спайка очень дорога, а потому американцы стали примѣнять другое средство, изобрѣтенное Mr. Фалькомъ, при которомъ стыки рельсовъ заливаются желѣзной массой. Для этой цѣли мѣсто стыка окружается чугунной формой и заливается расплавленнымъ желѣзомъ. Такое соединеніе видно на рис. 401. При такомъ скрѣпленіи, которое въ то же время является хорошимъ электрическимъ соединеніемъ, концы рельсовъ лежать неподвижно одинъ противъ другого и не сообщаютъ вагону толчковъ.



401. Соединеніе рельсовъ по системѣ Фалька.

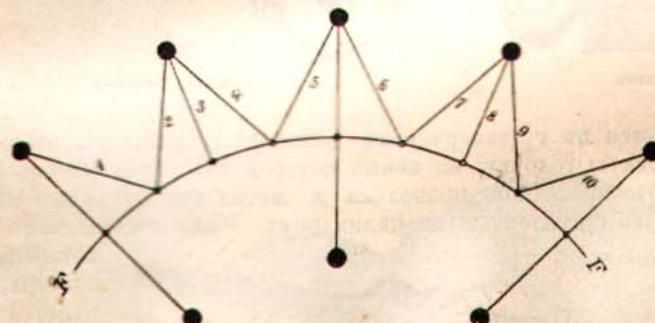
Изолированный воздушный проводъ, который расположены надъ срединою коленъ, состоять изъ мѣдной проволоки въ 7—8 мм. въ поперечнике; онъ подвѣшивается на поперекъ натянутой стальной проволокѣ, которая прикрепляется къ столбамъ или, на улицахъ, къ домамъ; въ исключительныхъ случаяхъ она придерживается желѣзными горизонтальными ручками, приделанными къ стоящимъ по сторонамъ столbamъ. Рис. 402 даетъ читателю понятіе объ этомъ расположеніи.

Такъ, гдѣ дорога образуетъ закругленіе, проводъ долженъ дѣлать подобное же закругленіе, въ формѣ кривой или ломаной линіи. Закругленіе провода достигается горизонтальными оттяжками, какъ показываетъ рис. 403. Это показано на рисункѣ схематически для того, чтобы можно было видѣть расположение сверху какъ провода, такъ и оттяжекъ. Толстые черные точки обозначаютъ столбы, къ которымъ прикреплены поперечные подвѣсныя проволоки и оттяжки. Послѣднія, обозначенныя цифрами 1—10, сообщаютъ главному проводу *FF*, требуемое искривленіе.



402. Подвѣска воздушнаго провода.

Этот главный проводъ (рабочая или проводная проволока) состоить изъ отдельныхъ кусковъ, соединяемыхъ обыкновенно между собою. Въ случаѣ же надобности одинъ изъ нихъ можетъ быть изолированъ отъ другихъ. Вдоль дороги лежитъ проводенный подъ землею питательный кабель, который въ развѣтвленіяхъ соединенъ съ каждымъ кускомъ. Если проводная проволока разорвется, поврежденный конецъ можетъ быть удаленъ посред-



403. Занургленіе провода.

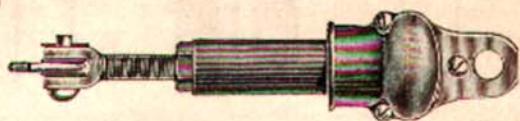
ствомъ изолированиемъ его отъ сосѣднихъ, а также и отъ питательного провода, другая же неповрежденная часть продолжаетъ при этомъ служить.

При подвѣшиваніи проводной проволоки нужно обратить особое вниманіе на хорошее ея изолированіе. Для этого проводная проволока изолируется отъ оттяжекъ и отъ стальной поперекъ натянутой проволоки, равно какъ и эта послѣдняя изолируется въ мѣстахъ своего прикрѣпленія. Изъ нѣсколькихъ способовъ изолированія упомянемъ лишь о тѣхъ способахъ фирмъ „Сименсъ и Гальске“, которые могутъ быть взяты за образецъ.

Посрединѣ подвѣсной проволоки (рис. 404) виситъ изоляторъ, который состоитъ изъ металлической головки съ придаляемыми по бокамъ его рукавами. Подвѣсная проволока идетъ вдоль рукавовъ и къ нимъ же прикреплена; рукава эти мѣшаютъ вертѣться головкѣ, въ которой помѣщенъ гуттаперчевый изоляторъ; къ изолятору придаѣна металлическая цапфа, соединяющая проводную проволоку съ тягой.



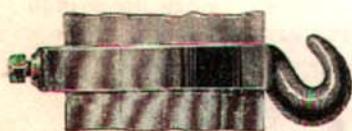
404. Соединеніе проводной проволоки съ проволокой тяги.



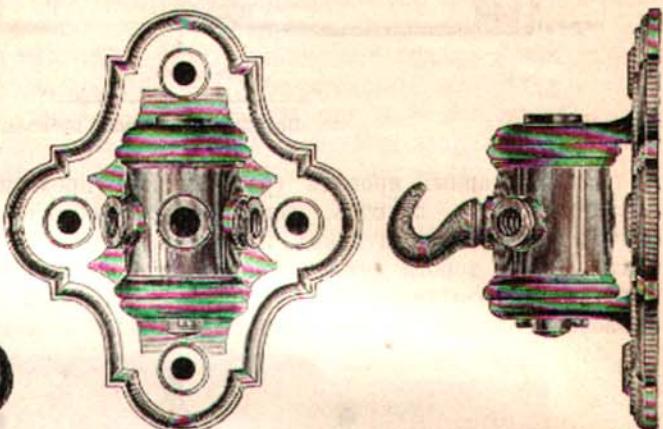
405. Соединеніе тяговой проволоки съ мѣстомъ скрѣпленія.

ненная съ треугольной пластинкой. На эту пластинку надвигается и прикрепляется винтами жестяной желобокъ. Между этимъ башмакомъ и нижней стороной треугольника помѣщается проводная проволока. Это превосходное устройство дѣлается понятнымъ, если сообразить, что проводная проволока должна быть прикреплена такъ, чтобы быть обеспечено гладкій путь лежащему подъ нимъ вагонному контакту.

Подвѣсная проволока соединена концами съ металлической цапфой, которая (рис.



406. Крюкъ.



407. Стѣнная розетка.

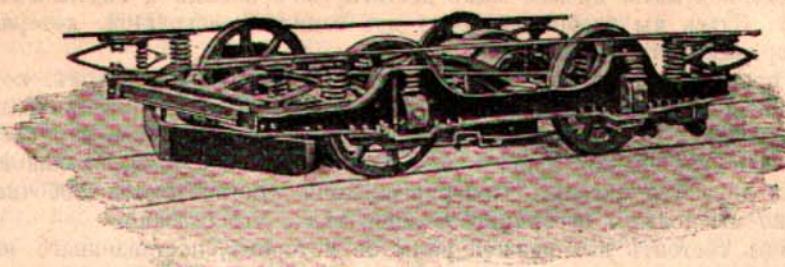
405) помѣщается въ гуттаперчевомъ цилиндрѣ. Цилиндръ этотъ помѣщенъ въ металлическую головку, на концѣ которой находится большое ушко. Такимъ образомъ проводная проволока и металлическое ушко изолированы другъ отъ друга гуттаперчевымъ цилиндромъ. Ушко подвѣшивается на крюкъ,



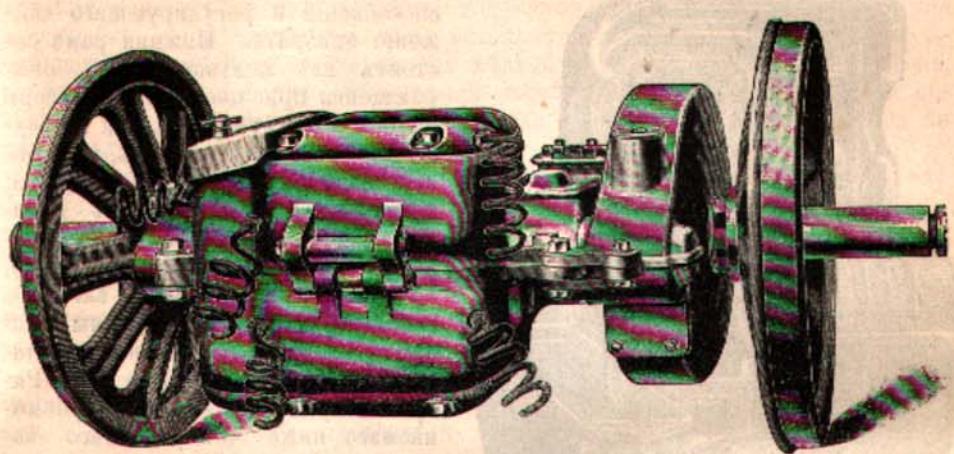
408. Воздушная стрѣлка.

который, въ свою очередь, прикрепляется помощью обоймицы къ столбу, при проводкѣ на столбахъ (рис. 406), или же, при стѣнномъ прикреплѣніи, винчиваются во вдѣланную въ стѣнѣ розетку (рис. 407).

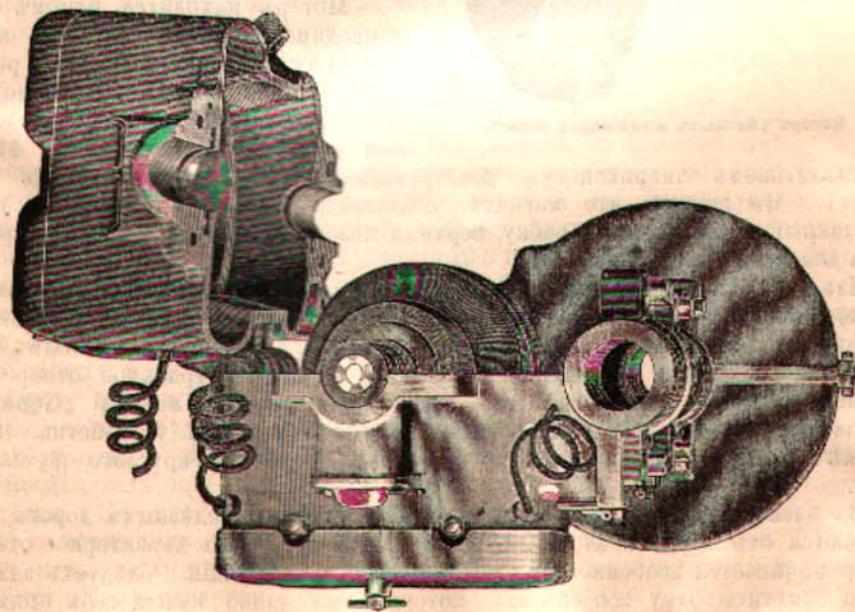
Контактная петля фирмы „Сименсъ и Гальске“, какъ было сказано выше, весьма легко переходить съ провода на проводъ при развѣтвленіи. При контактномъ каткѣ этотъ переходъ происходитъ не такъ просто. Переводъ катка (тролля) съ одного воздушного провода на другой заставилъ инжене-



409. Основание вагона электрической желѣзной дороги.



410. Моторъ уличныхъ дорогъ на колесной оси.



411. Моторъ уличныхъ дорогъ.

ровъ много подумать, прежде чѣмъ достигнуть простыхъ и надежныхъ конструкцій. Здѣсь мы изобразимъ одну изъ такихъ конструкцій, которая объяснить принципъ такого перевода.

Въ проводящую проволоку вставляется металлический кусокъ, который на рис. 408 показанъ повернутымъ вверхъ на 90° . Если катокъ приходить по развѣтвляющейся проволокѣ на лѣвый язычекъ, то онъ здѣсь перейдетъ на верхний или на нижний правый язычекъ, смотря по тому, въ какомъ направлении движется вагонъ. При скрещиваніи употребляются побочныя же формы, но мы должны ограничиться лишь тѣмъ, что сказано.

Вагонъ состоять изъ нижней рамы съ моторомъ, поставленного на нее вагоннаго кузова, который мало отличается отъ конножелѣзного, а потому

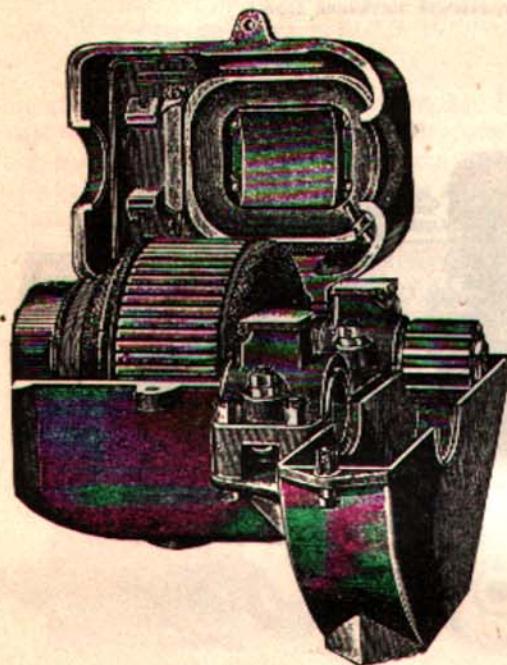
и не представляетъ особаго интереса, изъ подводящихъ токъ приспособленій и регулирующаго движеніе аппарата. Нижняя рама состоять изъ желѣзной рамы, опирающейся при посредствѣ рессоръ на оси колесъ; къ ней, при посредствѣ второго ряда рессоръ, прикрѣпляется основаніе вагоннаго кузова; кузовъ предохраняется отъ неизбѣжныхъ толчковъ двойнымъ расположениемъ рессоръ. Рис. 409, на которомъ изображено вагонное основаніе конструкціи фирмы „Сименсъ и Гальске“, пояснить читателю описанную конструкцію. Рисунокъ представляетъ часть упоминаемаго ниже четырехоснаго вагона главной берлинской городской дороги.

Моторъ находится рядомъ съ приводимой имъ въ движение колесной осью и при посредствѣ рессоръ подвѣшивается къ вагонному основанію. Соединеніе съ колесной осью показано на рис. 410,

представляющемъ американскую конструкцію. Самъ моторъ показанъ на рис. 411. Мы видимъ, что магнитъ, создающій поле, представляетъ изъ себя закрытую желѣзную коробку, верхняя половина которой можетъ открываться для выниманія якоря.

Изъ коробки выступаетъ конецъ оси двигателя, на которой насажено зубчатое колесо. Это колесо спѣшится съ большимъ зубчатымъ колесомъ, находящимся въ кругломъ, видномъ справа, футлярѣ и наглухо надѣтымъ на оси вагоннаго колеса. Послѣдня проходитъ черезъ центральное отверстіе круглого футляра. Можетъ-быть, изображеніе другого мотора „General Electric Co“ на рис. 412 лучше дастъ понятіе объ этомъ устройствѣ. На рисункѣ большое зубчатое колесо и верхняя половина круглого футляра сняты.

Въ электрическомъ отношеніи моторы уличныхъ желѣзныхъ дорогъ не отличаются отъ другихъ электрическихъ двигателей. Ихъ характерное отличие ограничивается особенностями механической конструкціи. Слѣдуетъ здѣсь однако отметить одну особенность, которая уже давно нашла себѣ примѣненіе и въ другихъ электромоторахъ, а также и въ динамомашинахъ, ко-



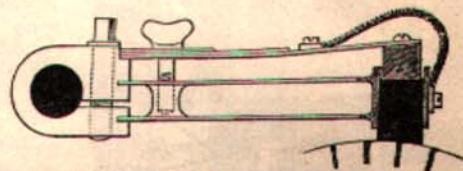
412. Моторъ уличныхъ желѣзныхъ дорогъ.

торая впервые появилась у трамвайных моторовъ. Это замѣна коллекторныхъ щетокъ, вводящихъ токъ въ якорь двигателя, угольной пластинкой, скользящей по коллектору. Когда американские инженеры строили первую электрическую дорогу, невѣроятная порча мѣдныхъ щетокъ съ сильнымъ образованіемъ искръ приводила ихъ въ отчаяніе. Тогда пришло въ голову умному, къ сожалѣнію, рано умершему, бельгийско-американскому электротехнику Фанть Денозло, замѣнить мѣдные проволочные щетки угольной пластинкой, которая скользитъ по коллектору. Успѣхъ былъ поразительный, всѣ затрудненія съ мѣдными щетками были устранены сразу. Со временемъ этой первой удачи угольные щетки употребляются не только въ моторахъ, но и весьма часто въ динамо-машинахъ. Уголь имѣетъ неопредѣленное свойство почти совершенно уничтожать образованіе искръ между щеткой и коллекторомъ. Кроме того, благодаря шлифовкѣ, онъ даетъ очень хорошій контактъ съ коллекторомъ, поддерживаетъ поверхность его свѣтлой и стираетъ его равномернѣе, чѣмъ металлическая щетка. Держатель угольной щетки отличается отъ держателя мѣдной почти только тѣмъ, что уголь, употребляемъ въ формѣ сравнительно короткихъ кусковъ, вставляется радиально по отношенію къ коллектору, тогда какъ мѣдные щетки ставятся по касательной.

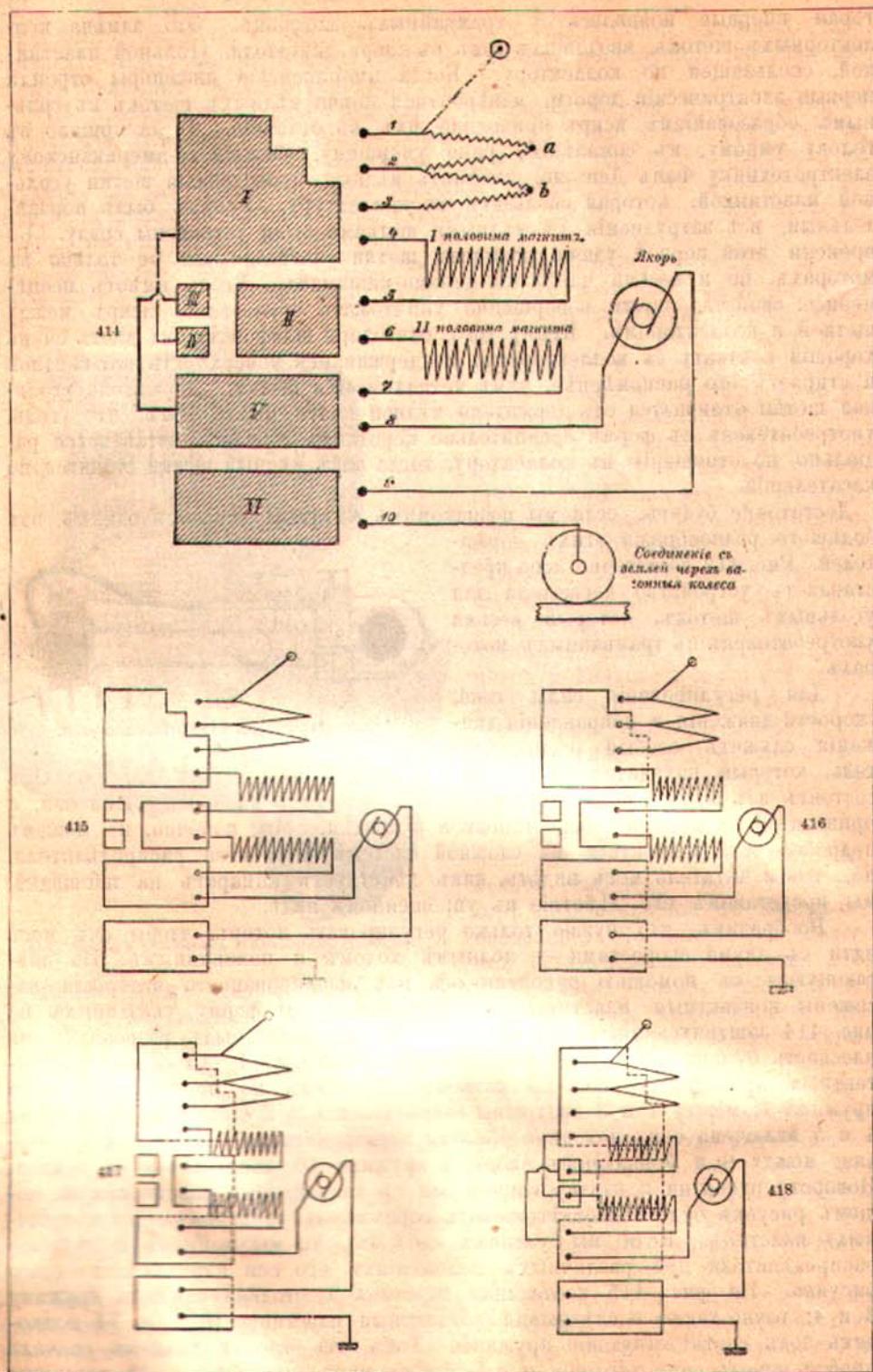
Достаточно будетъ, если мы познакомимъ читателя лишь съ одицъ изъ большого разнообразія этихъ держателей. Рис. 413 достаточно ясно представляетъ устройство держателя для угольныхъ щетокъ, который весьма употребителенъ въ трамвайныхъ моторахъ.

Для регулированія силы тока, скорости движения и направленія движенія служить особый распределитель, который находится на передней и задней площадкахъ вагона. Онъ состоить изъ цѣлаго ряда переключателей, сидящихъ на одной общей оси, и приводится въ движение перестановкой рукоятки. Мы, конечно, не можемъ подробно останавливаться на сложной системѣ устройства распределителя, но, чтобы читатель могъ видѣть, какъ дѣйствуетъ аппаратъ на площадкѣ, мы представимъ его дѣйствіе въ упрощенномъ видѣ.

Вообразимъ, что нужно только регулировать моторъ, чтобы онъ могъ идти съ двумя скоростями — полнымъ ходомъ и половиннымъ. На движущуюся съ помощью рукоятки ось изъ изолированного материала наложены контактныя пластины, которые имѣли бы форму указанныхъ на рис. 414 заштрихованныхъ частей, если бы цилиндръ былъ развернутъ на плоскость бумаги. По этимъ контактнымъ пластинамъ I—VI скользятъ контактныя пружины 1—10. Съ каткомъ, бѣгущимъ по проводу, соединена пружина 1; между 1 и 3 включены сопротивленія *a* и *b*. Между пружинами 4 и 5 включена одна половина обмотки электромагнита, между 6 и 7 — вторая; между 8 и 9 включена якорь, а пружина 10 соединяется съ землей. Повороту рукоятки и изолированной оси съ контактными пластинами на нашемъ рисункѣ будетъ соответствовать горизонтальное перемѣщеніе контактныхъ пластинъ. Если мы уяснимъ себѣ это, то мы поймемъ и дѣйствіе распределителя при различныхъ положеніяхъ его оси изъ схематического рисунка. На рис. 415 контактная пластина I отодвинута подъ пружину 3 и 4, точно также и слѣдующія контактныя пластины II, V и VI подводятъ подъ соответствующія пружины. Токъ отъ тролля долженъ сначала пройти черезъ сопротивленія *a* и *b*, затѣмъ проходить черезъ обѣ половины обмотки электромагнита, включенные послѣдовательно, и уже потомъ черезъ



413. Держатель коллекторного угля.



414—418. Схема распределения.

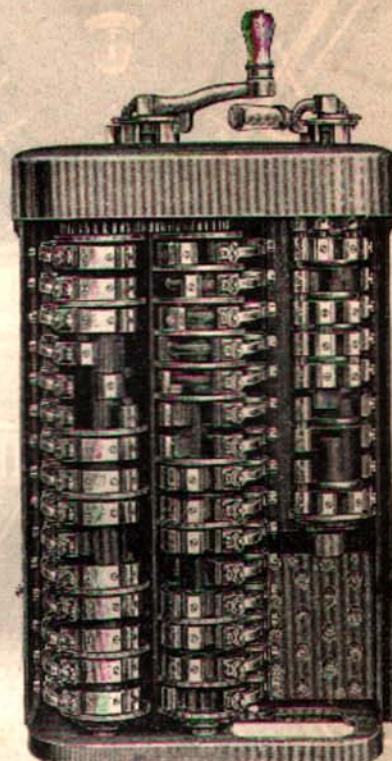
якорь въ землю. На рис. 416 и 417 включение такое же, только на рис. 416 сопротивление *b*, а на 417 сопротивления *a* и *b* выключены. Ясно, что при этихъ послѣдовательно разсмотрѣнныхъ положеніяхъ сила тока будетъ постепенно увеличиваться, такъ какъ сопротивленіе постепенно уменьшалось. На рис. 418 обѣ половины обмотки электромагнита включены параллельно, тогда какъ до сихъ поръ они были включены послѣдовательно. При параллельномъ соединеніи обмотка электромагнита представить сопротивленіе въ 4 раза меньшее, чѣмъ при послѣдовательномъ соединеніи, а потому при положеніи kontaktовъ, соответствующемъ рис. 418, сила тока еще возрастетъ.

Дѣйствіе распределителя въ дѣйствительности болѣе сложно, чѣмъ только-что разсмотрѣнная схема, но эта сложность обусловлена не принципіальнымъ отличиемъ, а большимъ разнообразiemъ соединеній, которыми въ дѣйствительности осуществляются, и необходимостью дѣйствовать заразъ на два мотора, которыми снабженъ каждый вагонъ. Такъ, на рис. 419 мы видимъ никакъ не менѣе трехъ осей съ контактными пластинами, изъ которыхъ двѣ поворачиваются помощью общей рукоятки. Но это указываетъ лишь на большее разнообразие соединеній, но никакъ не на принципіальную особенность.

Послѣ дорогъ съ проводкой тока, которые получили самое широкое распространение, остается еще упомянуть объ омнибусахъ съ аккумуляторами. До сихъ поръ они, несмотря на всѣ усилия специалистовъ, не могутъ войти во всеобщее употребленіе отчасти потому, что ихъ дѣйствіе причиняетъ больше хлопотъ и обходится дороже, чѣмъ для дорогъ съ проводкой тока, а отчасти и потому, что еще нетъ возможности снабдить вагонъ достаточной энергией для продолжительного пути. Несмотря на это, они привлекаютъ къ себѣ вниманіе, потому что даютъ возможность пользоваться всѣмъ имѣющимся составомъ дороги безъ всякихъ новыхъ сооруженій, и благодаря этому они больше всякой другой системы пользуются симпатіями обществъ коннозелѣныхъ дорогъ.

Въ аккумуляторныхъ вагонахъ, какіе примѣнялись до сихъ поръ для пробы и надъ которыми производилось много изслѣдований въ Гамбургѣ, Брюссѣль и Парижѣ, въ вагонъ ставится батарея аккумуляторовъ, токъ отъ которой приводитъ въ дѣйствіе электродвигатель. Удобнымъ мѣстомъ для помѣщенія аккумуляторовъ является мѣсто подъ сидѣньями: для установки и выниманія элементовъ боковая стѣнка вагона снабжается дверцами, чрезъ которыхъ можно вдвигать и выдвигать батарею. Заряженная батарея, расположенная въ ящики съ колесами, ставится на низенькую тележку, которая подкатывается сбоку къ омнибусу; затѣмъ при помощи механическаго приспособленія ящикъ съ элементами вдвигается въ вагонъ и такимъ же способомъ можетъ быть выдвинутъ изъ него.

Подобное же устройство имѣть аккумуляторная желѣзная дорога въ



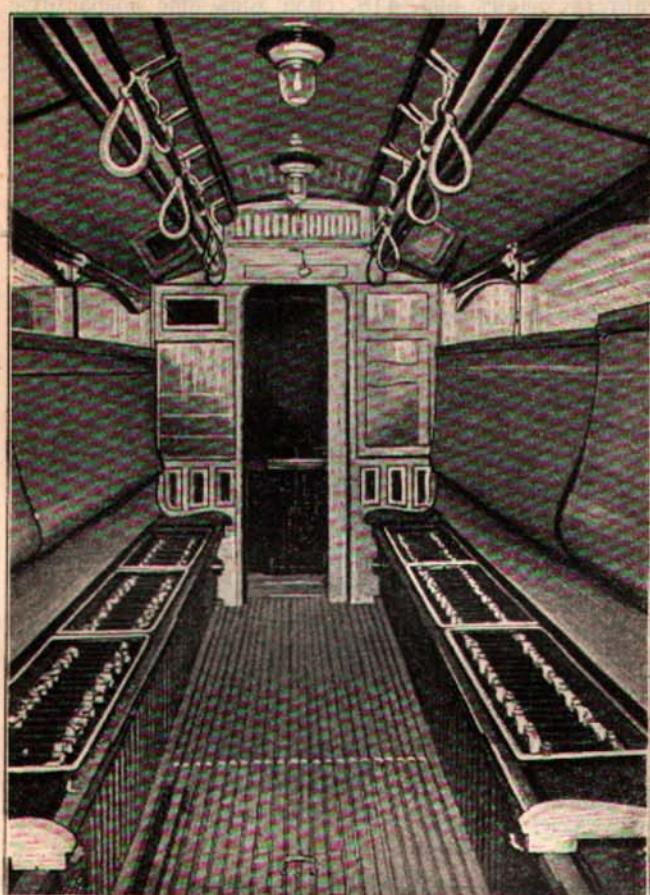
419. Регуляторъ уличныхъ электрическихъ дорогъ.

Бирмингамъ, которая функционирует уже въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ; нельзя ручаться, чтобы экономические результаты на этой дорогѣ были такъ же удовлетворительны, какъ технические.

До сей поры аккумуляторное движеніе остается исключениемъ, которымъ пользуются въ случаѣ необходимости. Такъ напримѣръ, изъ Берлина въ Шарлоттенбургъ уличной дорогѣ запрещено было устроить воздушный проводъ, потому что магнитные дѣйствія такого провода стали вредить тонкимъ измѣрительнымъ инструментамъ государственной обсерваторіи, находящейся

на разстояніи $\frac{1}{2}$ километра отъ дороги. Управление дороги должно было отказаться отъ подводящей токъ системы, и дорога идеть теперь аккумуляторной тягой. Прежнюю систему уже значительно измѣнили, оставляя батарею въ вагонахъ и при зарядкѣ. Эта система, съ постоянной батареей внутри вагона примѣнялась и прежде, когда дѣйствіе аккумуляторовъ должно было служить подпорьемъ.

Цѣль такихъ вспомогательныхъ батарей заключается въ слѣдующемъ: въ центрахъ большихъ городовъ неособенно охотно допускаютъ воздушный проводъ, и городскимъ электрическимъ дорогамъ ничего больше не оставалось, какъ проходить пространство, гдѣ запрещенъ воздушный проводъ, при помощи аккумуляторовъ или подземного

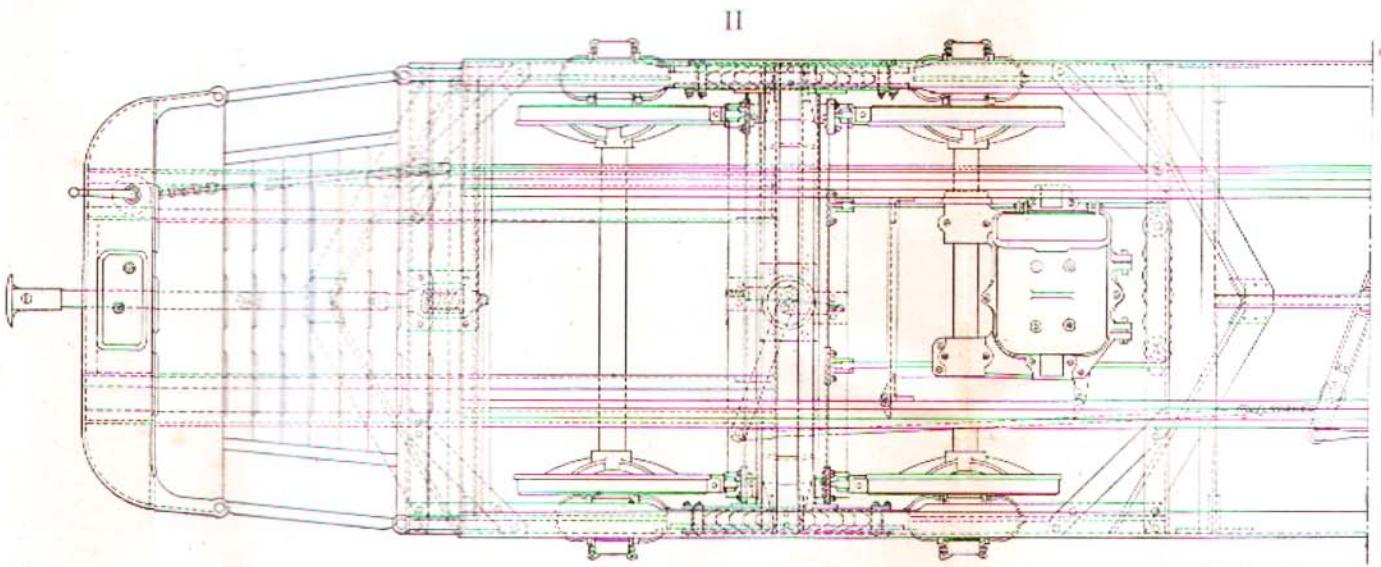
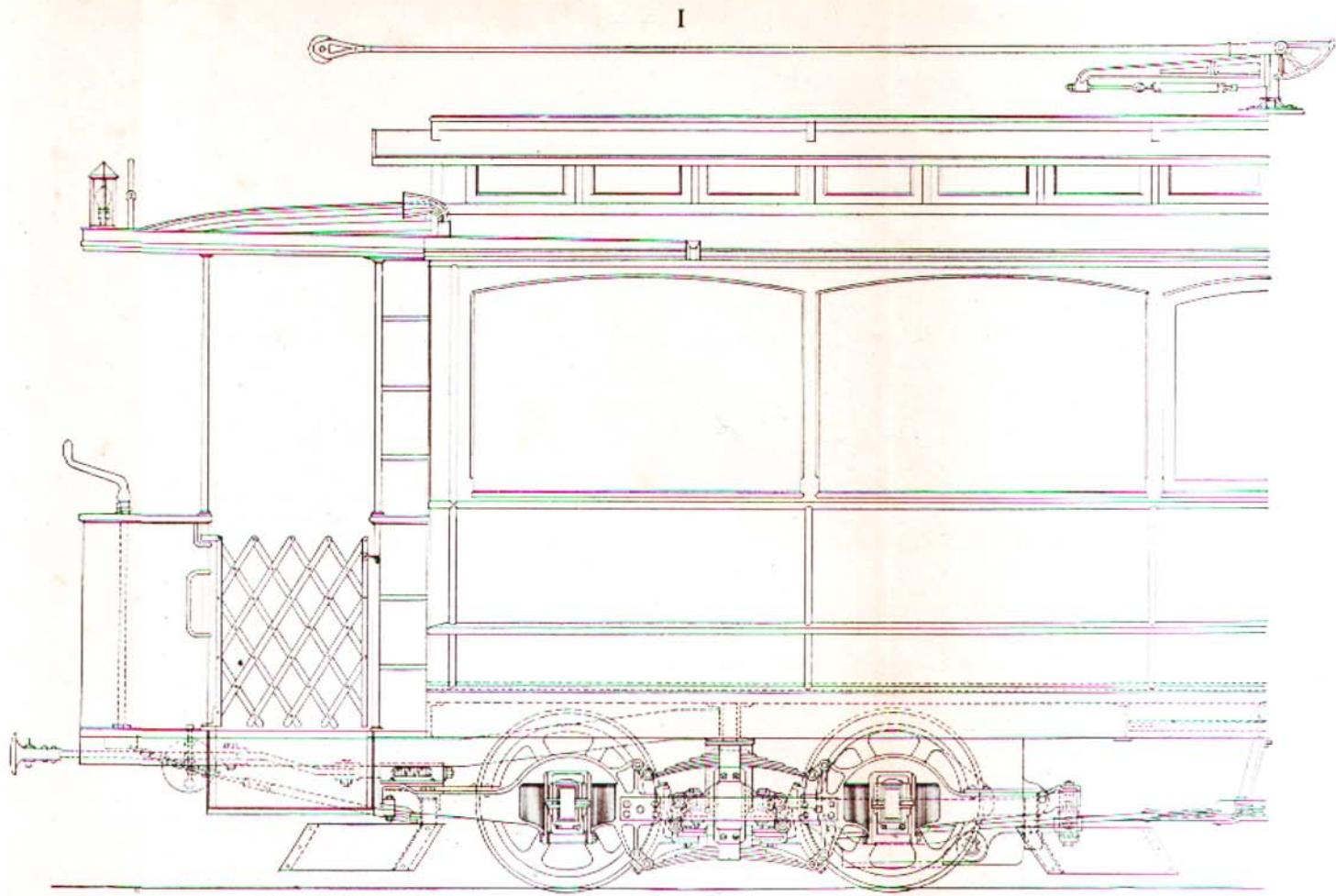


420. Расположение батареи въ вагонахъ „Большого берлинского общества городскихъ ж. дорогъ“.

проводя. Въ системѣ съ аккумуляторами, впервыевшедшей въ употребленіе въ Ганноверѣ, остающаяся въ вагонѣ батарея во время хода виѣ центра города заряжается токомъ воздушного провода и запасаетъ достаточно энергіи, чтобы привести вагонъ по безпроводному центральному участку.

Эта система была примѣнена и въ Берлинѣ. Мы опишемъ ее здѣсь кратцѣ, останавливаясь на наиболѣе распространенномъ ея образцѣ, выработанномъ обществомъ электрическихъ предпріятій въ Берлинѣ.

Воспользуемся здѣсь случаемъ, чтобы подробнѣе описать вагонъ городскихъ дорогъ „Большого Берлинского Общества городскихъ дорогъ“, изображенный на нашей таблицѣ. Основаніе вагона представляется крѣпкую желѣзную раму, по величинѣ равную площади вагона. Она лежитъ на двухъ



Электричество.

Т-во „Проектцентра“ въ Сиб.

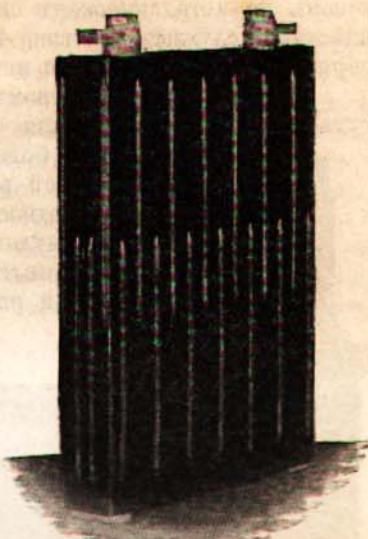
Поло́вина четырехосного вагона Берлинского Главного Общества уличныхъ путей.

I Видъ сбоку. II Нижняя часть, видъ сверху.

телѣжкахъ, по двѣ оси въ каждой. Оси каждой телѣжки расположены близко другъ къ другу, и каждая изъ телѣжекъ можетъ нѣсколько поворачиваться относительно вагона. И то и другое нужны для того, чтобы вагонъ, даже при значительной своей длинѣ легко могъ проходить закругленія пути. Каждая вагонная телѣжка снабжена электрическимъ моторомъ, схожимъ съ моторомъ рис. 410. На рамѣ находится вагонный кузовъ, съ прикрепленнымъ на его крыше стержнемъ тролля, на рисункѣ лежащемъ горизонтально. Какъ спереди, такъ и сзади на площадкѣ расположены регуляторъ и тамъ же рукоятки тормозовъ. Фонарь на крыше вагона освѣщается лампочкой накаливания; точно такъ же внутри вагона лампочки накаливания, соединенные послѣдовательно, пытаются отъ проведенного тока или же отъ упомянутой выше батареи аккумуляторовъ.

Рис. 420 показываетъ внутренность уличного вагона „Большого Берлинского Общества городскихъ дорогъ“. Скамы, сидѣнья которыхъ подняты, устроены въ видѣ ящиковъ и раздѣлены на шесть отдѣлений. Въ каждое изъ такихъ отдѣлений вставляется деревянный ящикъ съ 16 или 17 элементами аккумуляторовъ, такъ что всѣхъ элементовъ въ двухъ скамьяхъ насчитывается до 200 штукъ. Деревянные ящики отдѣланы внутри линолеумомъ, къ которому прикрѣпляются выложенныя снизу линолевыми полосками стеклянные пластинки; очевидно, что такое устройство служитъ какъ для уплотненія ящика, такъ и для изолированія находящихся тамъ элементовъ. Внизу ящика лежать стеклянные призмы, на которыхъ, по прослойкѣ изъ мягкой резины, ставятся элементы. Закрываются ящики толстой стеклянной пластинкой, которая съ прокладкой изъ мягкой резины лежить на ребрахъ ящика.

Элементъ (рис. 421) представляетъ изъ себя высокий, плоский гутта-перчевый ящикъ съ предохранительными ребрами, закрывающейся крышкой. Онъ содержитъ одну положительную и двѣ отрицательные пластины въ 5,2 кв. дцим. поверхности. Поверхность положительныхъ пластинъ „Общества электрическихъ предприятий“ значительно больше. Пластины, изобрѣтенія Др. В. Майерта, выкладываются тонкими пластинками и кажутся похожими на нижнюю часть головки шампиньоновъ и другихъ грибовъ. Рис. 422, изображающій кусокъ этой пластины, и рис. 423—цѣлый электродъ названной фабрики, показываютъ эту форму, въ которой величина поверхности сильно развита. Приготовление такихъ пластинъ состоять въ томъ, что въ цилиндрической оловянной пластинѣ дѣлаютъ косой надрѣзъ и отгибаютъ до самого конца отдѣленный оловянный кусокъ. Эти разрѣзы и отгибы производятся машинами, которыми какъ надрѣзы, такъ и стружки располагаютъ на



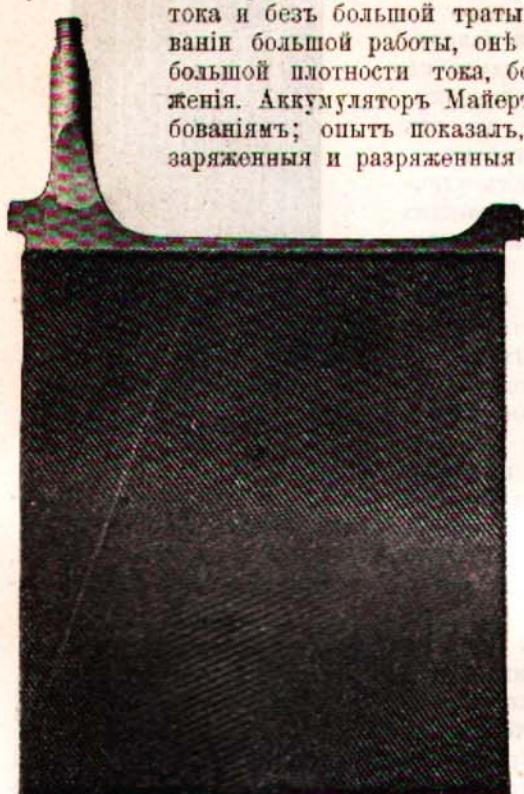
421. Элементъ батареи желѣзныхъ дорогъ.



422. Кусокъ рубчатой пластиинки Майерта.

пластинкѣ плотно и на одинаковомъ разстояніи другъ отъ друга. Поверхность маленькихъ пластинокъ превышаетъ поверхность, боковыхъ, т.-е. измѣренныхъ по сторонамъ, отъ 16 до 18 разъ, благодаря чему аккумуляторъ можетъ быть заряжаемъ и разряжаемъ при большой силѣ тока. Набивной массы пластина не содергитъ, но она, какъ электродъ Планте, формируется токомъ на металлическомъ свинцѣ, для чего нужно 12 дней. Отрицательной пластиной служить пластина Фора. Поддержкой для набивной массы служить обрѣшотка съ небольшими петлями, углубленія которыхъ суживаются наружу.

Подобнымъ устройствомъ достигаютъ того, что вагонныя батареи могутъ быть, безъ вреда для себя, быстро заряжены при большой плотности тока и безъ большойтраты энергіи; точно также, при требованіи большой работы, онѣ могутъ быть разряжены при весьма большой плотности тока, безъ значительного пониженія напряженія. Аккумуляторъ Майерта удовлетворяетъ всѣмъ этимъ требованіямъ; опытъ показалъ, что пластины этого аккумулятора, заряженныя и разряженныя 3200 разъ въ теченіе девяти мѣсяцевъ, безъ вреда выдержали это.



423. Электродъ др. Майерта.

„Большое Берлинское общество уличныхъ дорогъ“ примѣнило эту систему въ большомъ масштабѣ и въ концѣ 1899 г. имѣло въ дѣйствіи 300 вагоновъ съ батареями, составляющими вмѣстѣ 60 000 элементовъ.

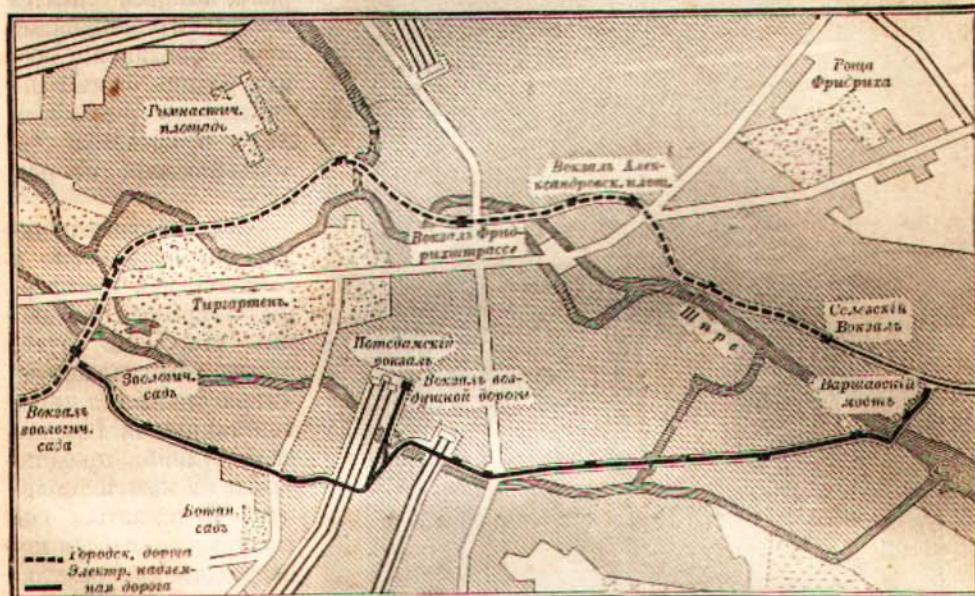
Оставимъ теперь электрическія дороги, пользующіяся общимъ путемъ съ пѣшеходами, щадоками и устарѣлыми экипажами и перейдемъ къ дорогамъ, идущимъ по своему собственному пути. Что это означаетъ — скоро выяснится.

Электрическіе уличные пути, какъ и всякие пути, связаны въ своей скорости условіями, которыя удовлетворяютъ общественной безопасности уличного движенія; следовательно, ихъ скорость можетъ быть только уменьренной, въ среднемъ около 12 км. въ часъ. Въ современныхъ боль-

шихъ городахъ съ разстилающимися далеко пригородами, окруженными цѣльнымъ кругомъ предмѣстій, все больше и больше является потребность скорѣе проѣзжать значительные пространства и быстрѣе достигать периферіи изъ центра и изъ одного конца города попадать въ другой. Такому движенію, при которомъ 20—25 км. должно проѣзжать самое большое въ 30 минутъ, не могутъ удовлетворять уличныя дороги, а потому понадобилась дорога со своимъ собственнымъ путемъ, по которому движеніе могло бы проходить съ достаточной быстротой. Но тутъ является большое затрудненіе. Прежде всего приобрѣтеніе необходимыхъ участковъ затрудняется дорожной городской земли; далѣе невозможно провести дорогу на уровнѣ мостовой, такъ какъ въ многолюдныхъ городахъ запрещаютъ пересѣченіе улицъ желѣзодорожнымъ полотномъ. Итакъ, городскимъ желѣзнымъ дорогамъ остается только пространство надъ или подъ улицами, и онѣ должны быть или воздушными или подземными. Если удается дать дорогѣ для пути

собственные участки, то постройка воздушной или подземной дороги не представляет ничего трудного, если же это невозможно, то воздушная дорога проводится надъ улицами, а подземная, какъ туннель, глубоко въ почвѣ или же непосредственно подъ мостовой.

Необходимость въ дорогахъ съ отдельнымъ путемъ и большою скоростью движения признала теперь во всѣхъ большихъ городахъ, но еще возникаетъ споръ, должно ли ихъ строить воздушными или подземными. Приверженцы послѣдней системы приводятъ въ оправдание ея то, что она не видна съ улицъ, слѣдовательно, и не обезображиваетъ ихъ. Защитники же воздушной доказываютъ, что послѣдняя здоровье и пріятнѣе для пассажировъ, обходится дешевле, что даетъ возможность проводить ее дальше; въ ужасныхъ краскахъ выставляемая ею противниками порча улицъ является только пугаломъ; если даже отъ нея нѣсколько страдаютъ улицы, то этотъ ущербъ вознаграждается здоровой и пріятной ъздой по ней. Оставляя этотъ спорный вопросъ въ сторону, обратимся къ описанію Берлинской воздушной дороги, которая должна ввести сношенія въ большихъ немецкихъ городахъ въ новую фазу развитія.

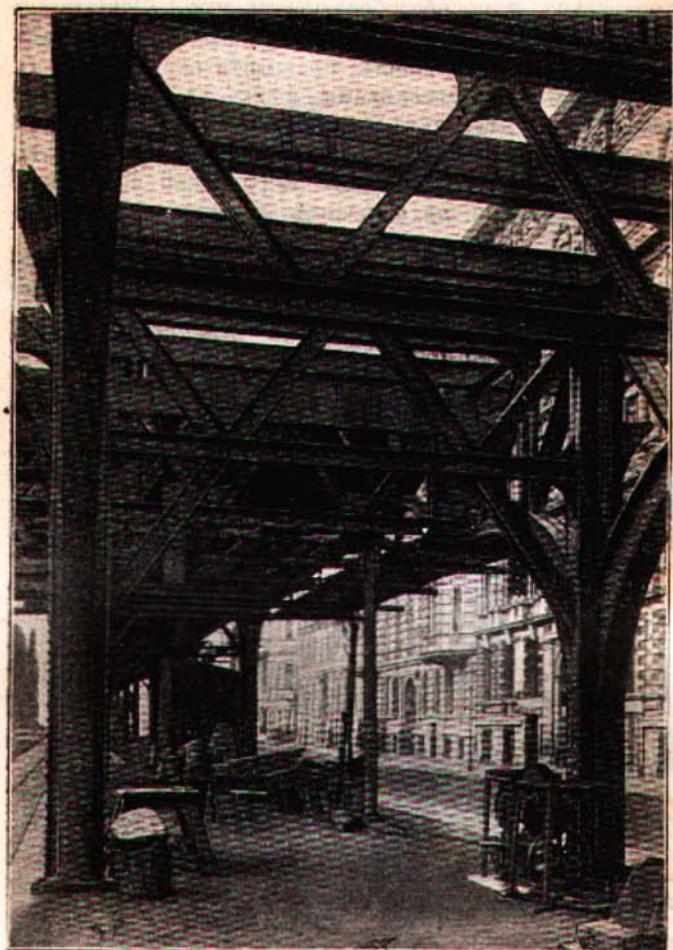


424. Планъ электрической и. д. въ Берлинѣ.

Постройка электрической воздушной дороги въ Берлинѣ была всегда любимой мечтой Вернера Сименса, который уже въ 1880 г. хотѣлъ осуществить это предпріятіе. Но берлинское полицейское управление не дозволило ему этого, и его проектъ погрузился въ глубокій сонъ на 10 лѣтъ. Но фирма „Сименсъ и Гальске“ не отступилась отъ него и въ тиши разрабатывала новые, еще болѣе обширные планы, съ которыми и выступила опять въ началѣ 1891 г. Послѣ многихъ колебаній и препятствій была наконецъ въ 1893 г. предпринята постройка дороги. Фирма „Сименсъ и Гальске“ сначала мечтала объ обширной сѣти воздушныхъ и подземныхъ желѣзныхъ дорогъ, но городъ Берлинъ пока согласился на одну линію, которая идетъ отъ Варшавскаго моста къ Зоологическому саду, отъ восточной стороны города къ западной, и даетъ вѣтви къ Потсдамскому вокзалу, что видно на планѣ рис. 424.

Въ сущности эта дорога построена какъ воздушная и идетъ по желѣзномъ віадуку, имѣющему двойной рельсовый путь. Каждый путь образуется изъ ряда желѣзныхъ столбовъ, соединенныхъ продольными балками. На эти оба ряда параллельныхъ балокъ накладываются поперечные желѣзныя балки и соединяются съ продольными такъ, что получаются крѣпкія желѣзныя фермы, которые со столбами имѣютъ видъ раздвинутаго на улицу стола со множествомъ ножекъ. На поперечныхъ балкахъ находятся шпалы, а на нихъ прикрѣпляются выложеніе войлокомъ рельсы. Самый путь внизу закрытъ желѣзомъ и посыпанъ крупнымъ пескомъ. Внѣшній видъ віадука представленъ на таблицѣ. Недостаетъ въ немъ только желѣзныхъ перилъ, которая ставится по обѣимъ сторонамъ пути. Соединеніе обоихъ рядовъ балокъ посредствомъ поперечныхъ и среднихъ балокъ показано на рис. 425.

Остановочные пункты очень просты и состоятъ изъ платформы съ крышей по обѣимъ сторонамъ пути, перекрытаго галлереей. Такая станція, а именно станція на Гитчинской улицѣ, представлена на нашей таблицѣ. Подниматься на віадукъ приходится непосредственно съ улицы по желѣзной лѣстницѣ. На некоторыхъ станціяхъ отступили отъ этой формы и, какъ напримѣръ въ Гитчинской улицѣ, входъ

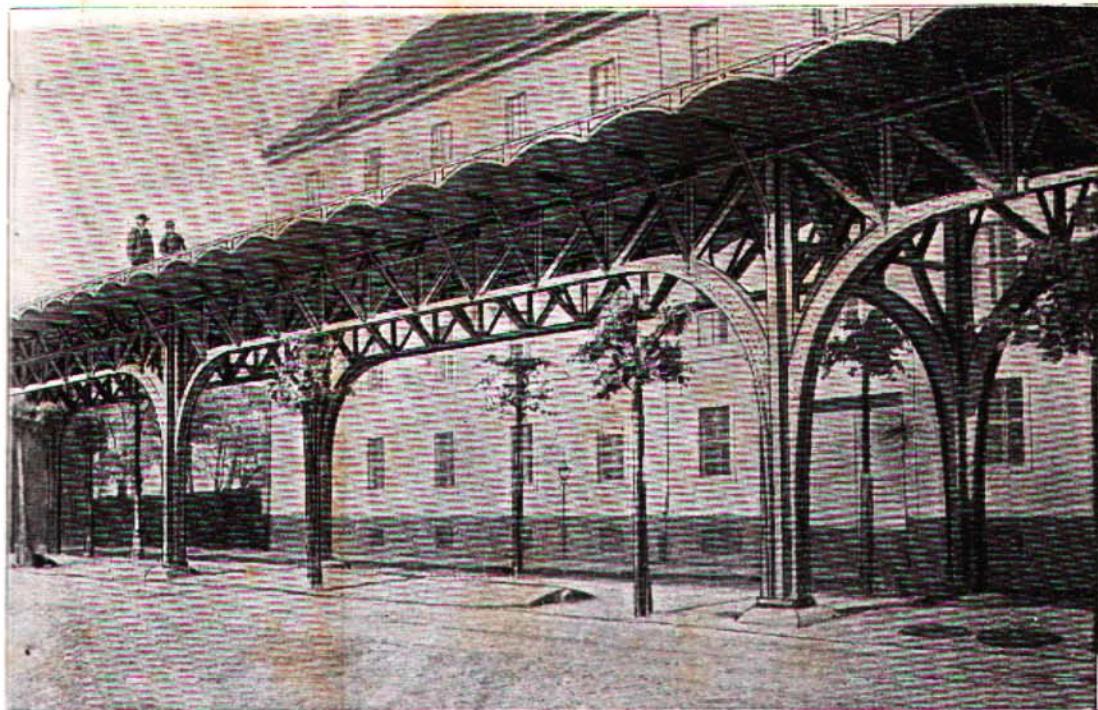


425. Желѣзный віадукъ электрической ж. д. въ Берлинѣ; поперечный разрѣзъ.

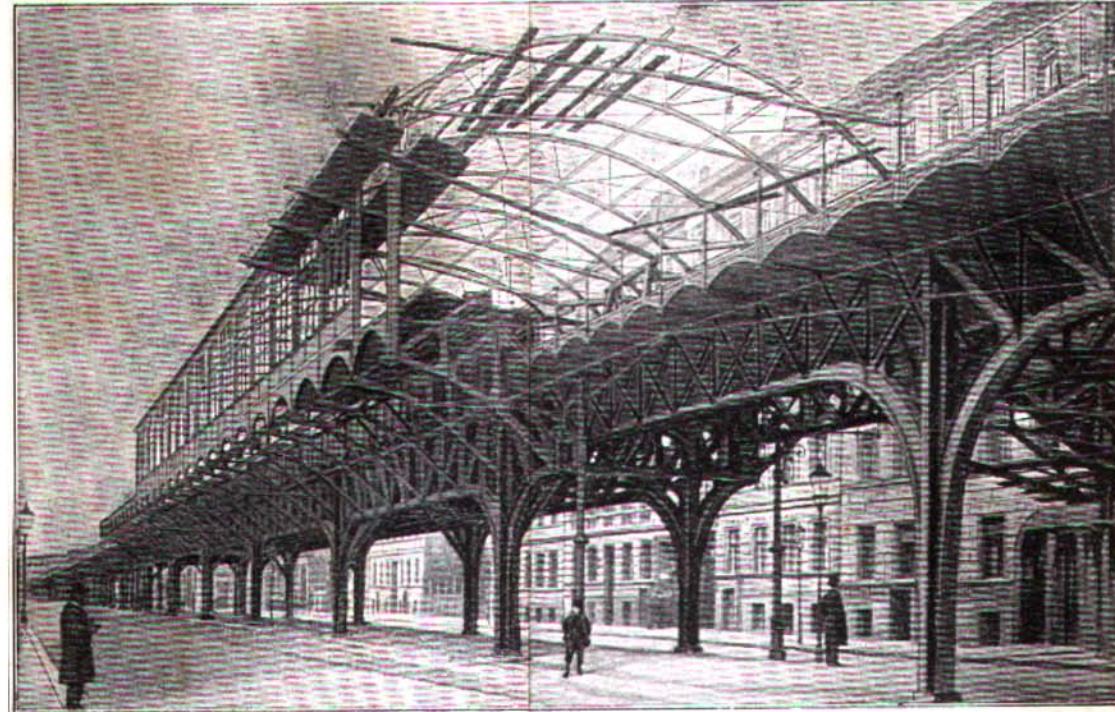
на платформу сдѣлали въ стоящемъ на улицѣ домѣ, отъ которого на платформу проходитъ по мосту.

На большей части пути віадукъ ставится посрединѣ проѣзжей улицы, что не мѣшаетъ ни движенію, ни виду улицы, такъ какъ большая часть изъ нихъ довольно широка (до 50 метровъ).

На небольшихъ участкахъ, какъ въ концѣ Варшавской улицы, вместо желѣзного віадука устроили каменные своды, которые показаны на рис. 426. Въ некоторыхъ мѣстахъ каменные своды послужили для того, чтобы перекинуть мости. Примѣръ даетъ намъ таблица, которая представляетъ переходъ у Коттбуссерскихъ воротъ.



1. Желѣзный віадукъ; видъ сбоку.



2. Вокзалъ воздушной дороги на улицѣ „Gitschinerstrasse“, въ постройкѣ.



3. Переходъ у Котбуссескихъ воротъ.



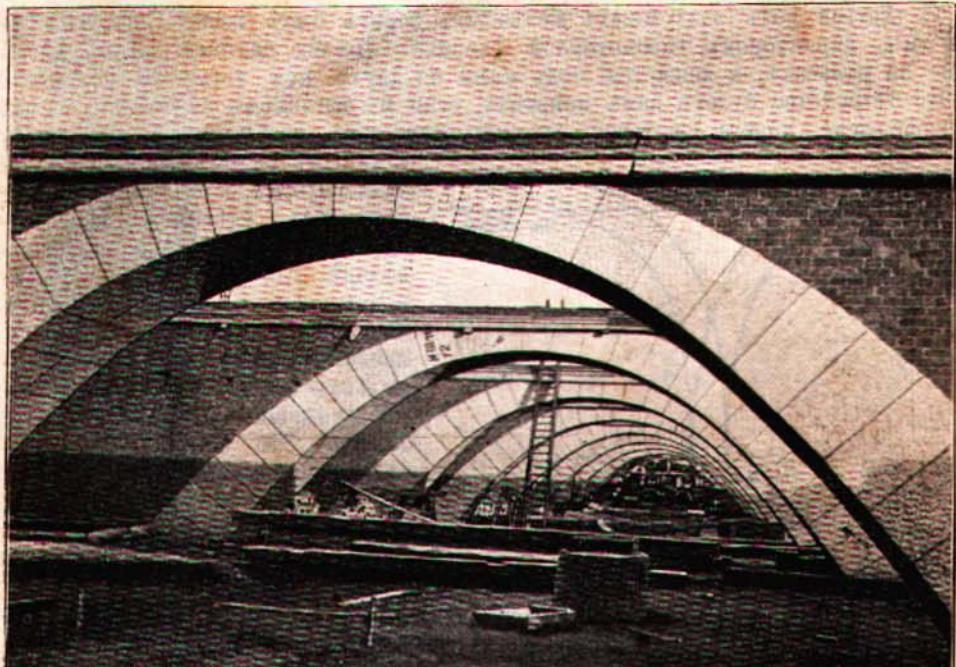
4. Обербаумский мостъ съ віадукомъ воздушной дороги. Г-во „Прозѣмпіе“ изъ Саб.

Электрическая воздушная дорога въ Берлинѣ.

Своебразную часть постройки представляет воздушный деревянный мостъ, изображенный на нашей таблицѣ. Здѣсь воспользовались мостомъ черезъ Шпре, который долженъ служить пѣшходомъ и экипажамъ, и прошли черезъ рѣку воздушную желѣзную дорогу, поставивъ на мосту архитектурной работы віадукъ.

Вслѣдствіе отвѣтвленія линіи Варшавскаго моста—Зоологическаго сада къ Потсдамской площади, у самаго пункта развѣтвленія, явилась необходимость въ постройкѣ громаднаго интереснаго строенія, которому мы должны посвятить нѣсколько словъ.

Какъ сказано выше, дорога имѣть два пути; поэтому, наприм., поѣздъ, идущій изъ Зоологическаго сада къ Потсдамскому вокзалу, долженъ пере-



426. Низъ віадука на Варшавской улицѣ.

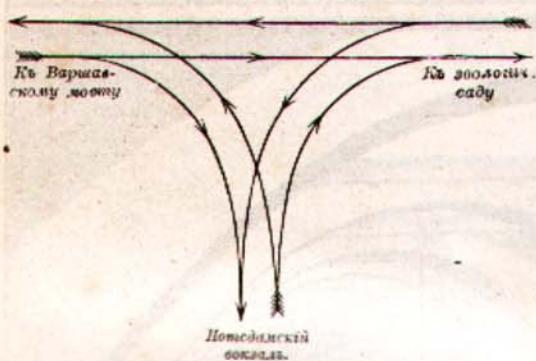
ѣхать второй путь, идущій отъ Варшавскаго моста къ Зоологическому саду; точно также поѣздъ, идущій отъ Потсдамскаго вокзала къ Варшавскому мосту, долженъ пересѣчь одиночный путь отъ Зоологическаго сада, и такихъ пересѣченій будетъ три, какъ показываетъ планъ на рис. 427, на которомъ рельсы изображены простой линіей. Нельзя и думать дѣлать эти пересѣченія на одномъ уровне, если принять во вниманіе слѣдованіе поѣздовъ чрезъ каждыя двѣ минуты; опасность, могущая произойти отъ столкновенія поѣздовъ, была бы слишкомъ велика, чтобы допустить подобное пересѣченіе на одномъ уровне; поэтому проводятъ скрещивающіеся пути на двухъ различныхъ высотахъ, одинъ подъ другимъ. Это потребовало чрезвычайно сложнаго зданія изъ камня и желѣза, которое мы и приводимъ по фотографіи съ модели на рис. 428.

Что касается прочихъ частей дороги, то онѣ мало отличаются отъ другихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Моторные вагоны имѣютъ 35 мѣстъ, простые—60. Обыкновенный поѣздъ, состоящій изъ моторнаго и двухъ простыхъ вагоновъ, можетъ вмѣстить 150 пассажировъ. Если нужно большее

движение, то поѣздъ составляется изъ двухъ, трехъ и болѣе комплектовъ вагоновъ, причемъ не требуется большей работы отъ мотора, чѣмъ у обыкновенного поѣзда, такъ какъ и при болѣе длинномъ поѣздѣ моторъ везетъ только самого себя и два вагона. Итакъ, смотря по желанію, можно формировать длинные и короткіе поѣзда, не считаясь съ силой мотора, тогда какъ у паровозовъ все должно быть расчитано на его силу. Изъ этого видно насколько электрическое движение эластичнѣе парового, насколько лучше оно соотвѣтствуетъ разнообразію требованій.

О вагонахъ можно сказать немногое: они лежать каждымъ концомъ на двухосевой поворотной тележкѣ, на обѣ оси которой непосредственно надѣваются электромоторы. Токъ проводится посредствомъ желѣзного изолированного рельса, лежащаго въ срединѣ коленъ.

Другой родъ воздушныхъ желѣзныхъ дорогъ былъ изобрѣтенъ Лангеномъ, директоромъ газомоторной фабрики. По его системѣ вагонъ идетъ не на рельсахъ, а движется подъ ними на двухъ или четырехъ колесахъ. Это устройство будетъ намъ понятнѣе, если мы взглянемъ на таблицу: тамъ изображена дорога, которая служить для того, чтобы сообщеніе между



427 Скрещиванія путей.

указали, много способствовало именно это обстоятельство, такъ какъ оно дало городамъ неиспользованную до тѣхъ поръ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, очень широкую, свободную полосу земли. Общество электрическихъ предпріатій „Акционерное общество Шуккертъ и К°“ сумѣло воспользоваться этимъ, такъ какъ видѣло въ ней подходящее мѣсто для проведения висячей желѣзной дороги.

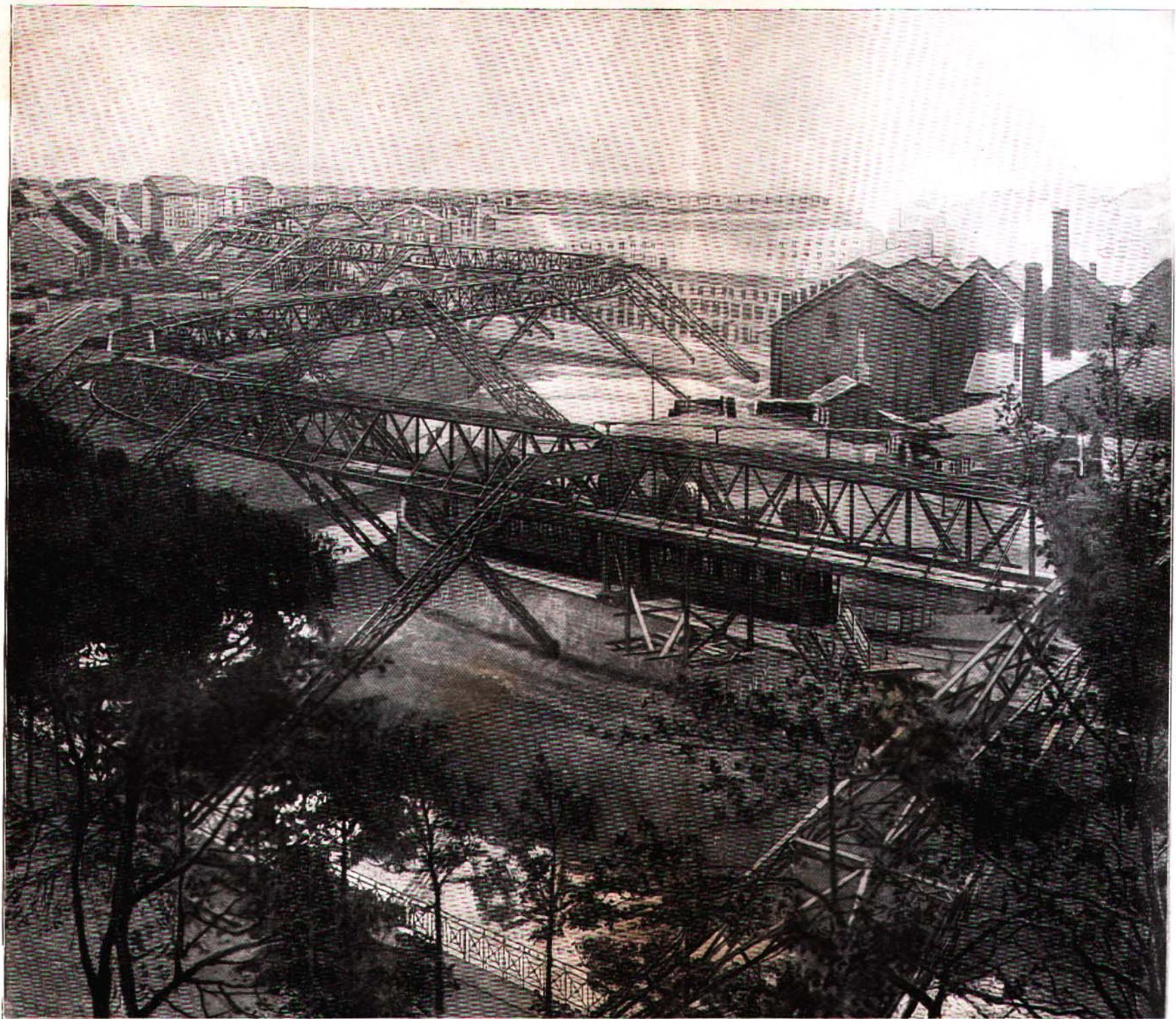
Какъ видно изъ таблицы, надъ глубокимъ русломъ рѣки поставлены рядами козлы изъ желѣзныхъ решетчатыхъ балокъ, упирающіеся въ скаты набережной. На нихъ висятъ двѣ продольныя балки, по которымъ идутъ лежащіе на двухъ тавровыхъ балкахъ рельсы. Для каждого направленія остается рядъ рельсовъ, по которому бѣгутъ другъ за другомъ пары колесъ. Къ станку каждой пары колесъ прикрепляется особой формы поддерживающая штанга, на которой, качаясь, виситъ вагонъ, такъ что всей своей тяжестью онъ идетъ между рельсами. Такимъ образомъ онъ виситъ на значительной высотѣ надъ водой. Для входа и выхода изъ вагоновъ устроены вокзалы, которые въ видѣ платформы съ крышей, или подмостковъ, устроиваются между двумя козлами.

Оригинальная система можетъ найти примѣненіе во многихъ случаяхъ и въ особенности тамъ, где представляется одинъ проходимый незастроенный городской путь — теченіе рѣки, допускающей постановку козель, а слѣдовательно и не особенно широкой и не особенно узкой.

Мы упомянемъ еще о подземныхъ электрическихъ дорогахъ, которые примѣняются тамъ, где сильное движение на улицахъ не допускается.

длинными рядомъ городовъ, обозначенныхъ просто Барменъ — Эльберфельдъ, сдѣлать болѣе скользкимъ. Какъ известно, по узкой долинѣ, где расположены соединенные между собою промышленные города, протекаетъ Вупперъ, представляющій обыкновенно чернильную жидкость, но послѣ дождей превращающійся въ широкій потокъ. Это послѣднее обстоятельство заставляетъ имѣть русло, которое для обычного течения кажется чрезмѣрно широкимъ.

Цѣли, которую мы только-что



Электричество.

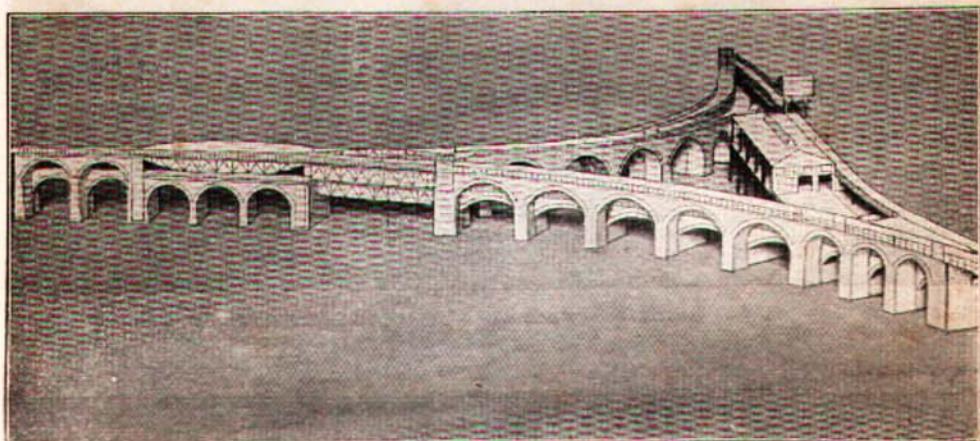
Т-во „Прогрессив“ и.о. ССЛ

Электрическая висячая дорога Эльберфельдъ-Барменъ.

ни скоро ъдущей желѣзной дороги, ни устройства воздушной. Въ такихъ случаяхъ остается свободной только почва, если не хотить проводить между домами только-что упомянутую висячую, что случается рѣдко.

Паровыя подземныя дороги не представляютъ изъ себя ничего рѣдкаго, и въ Лондонѣ такихъ линій масса; уже нѣсколько лѣтъ существуетъ тамъ и электрическая подземная дорога, которая, исключая электрической тяги, ничѣмъ не отличается отъ паровой. Новой явилась большая центральная Railway, соединяющая западную часть города съ Сити, и проложенная новая линія отъ Сити до станціи Ватерлоо, проходящая черезъ Темзу.

Оставимъ проекты, представляемые въ изобиліи для подземныхъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, и займемся уже выстроеннымъ. Остановимся на подземной желѣзной дорогѣ въ Будапештѣ, представляющей изъ себя нѣчто новое, и ей посвятимъ мы нѣсколько словъ.



428. Треугольный путь электрической ж. д. въ Берлинѣ.

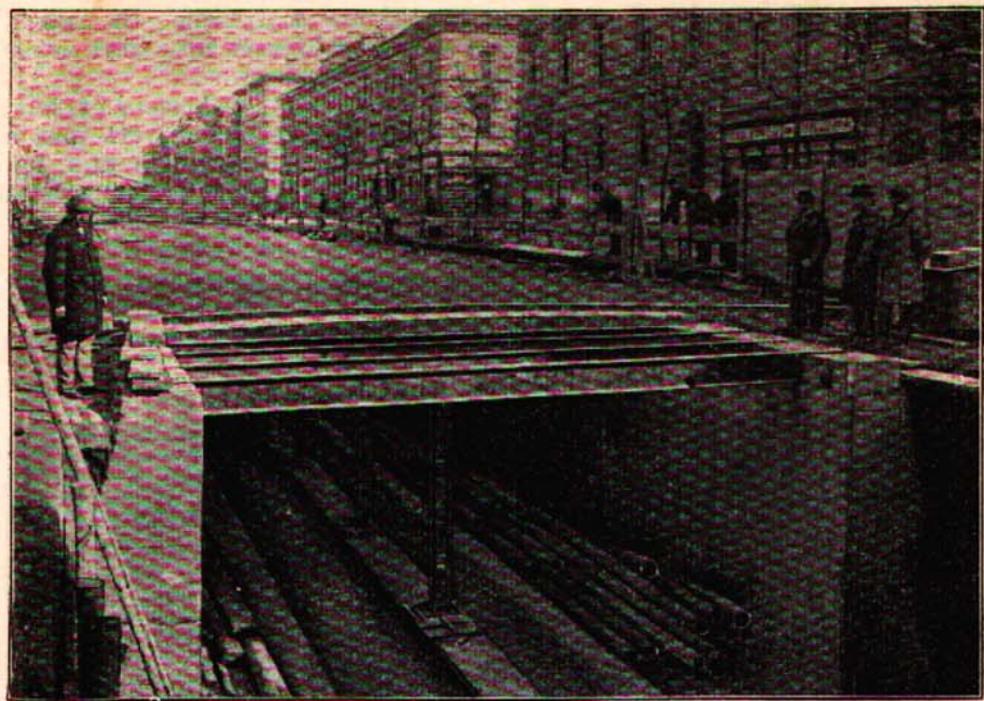
Постройка желѣзной дороги въ улицѣ Андрасси въ Будапештѣ уже съ 1876 года являлась предметомъ всестороннихъ обсужденій. Всегда находился поводъ выступить съ предложеніемъ такъ или иначе провести дорогу въ улицѣ Андрасси и соединить съ центромъ города лежащей на ея концѣ городской лѣсокъ — любимое мѣсто населенія. Но все предложенія оставались безуспѣшными, такъ какъ улица Андрасси такъ была распланирована, что о проводѣ городской дороги не могло быть и рѣчи.

Рѣшеніе вопроса было найдено въ устройствѣ подземной желѣзной дороги, которая, по выработаннымъ фирмой „Сименсъ и Гальске“ планамъ, шла отъ площади Гизель къ городскому парку.

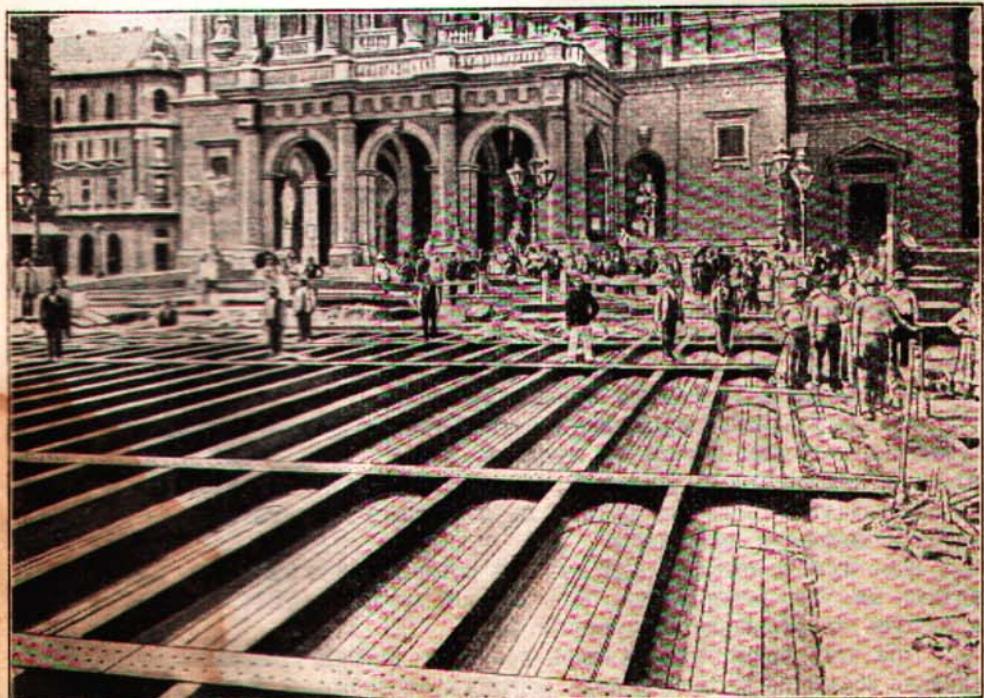
Эта электрическая подземная дорога не тоннельная дорога, какими являются городскія желѣзныя дороги въ Лондонѣ, а такъ называемая подмостовая съ плоской, лежащей подъ мостовой, крышей. Она идетъ по направлению улицы, на разъѣздахъ имѣть два пути и въ известныхъ пунктахъ станціи, где садятся и выходятъ пассажиры.

Весь путь тянется на 3,75 км., изъ которыхъ 3,22 км. идуть подъ землей, а 0,53 км. по поверхности. Наибольшій встрѣчающійся подъемъ = 1 : 50, а радиусъ наибольшаго закругленія 40 м.

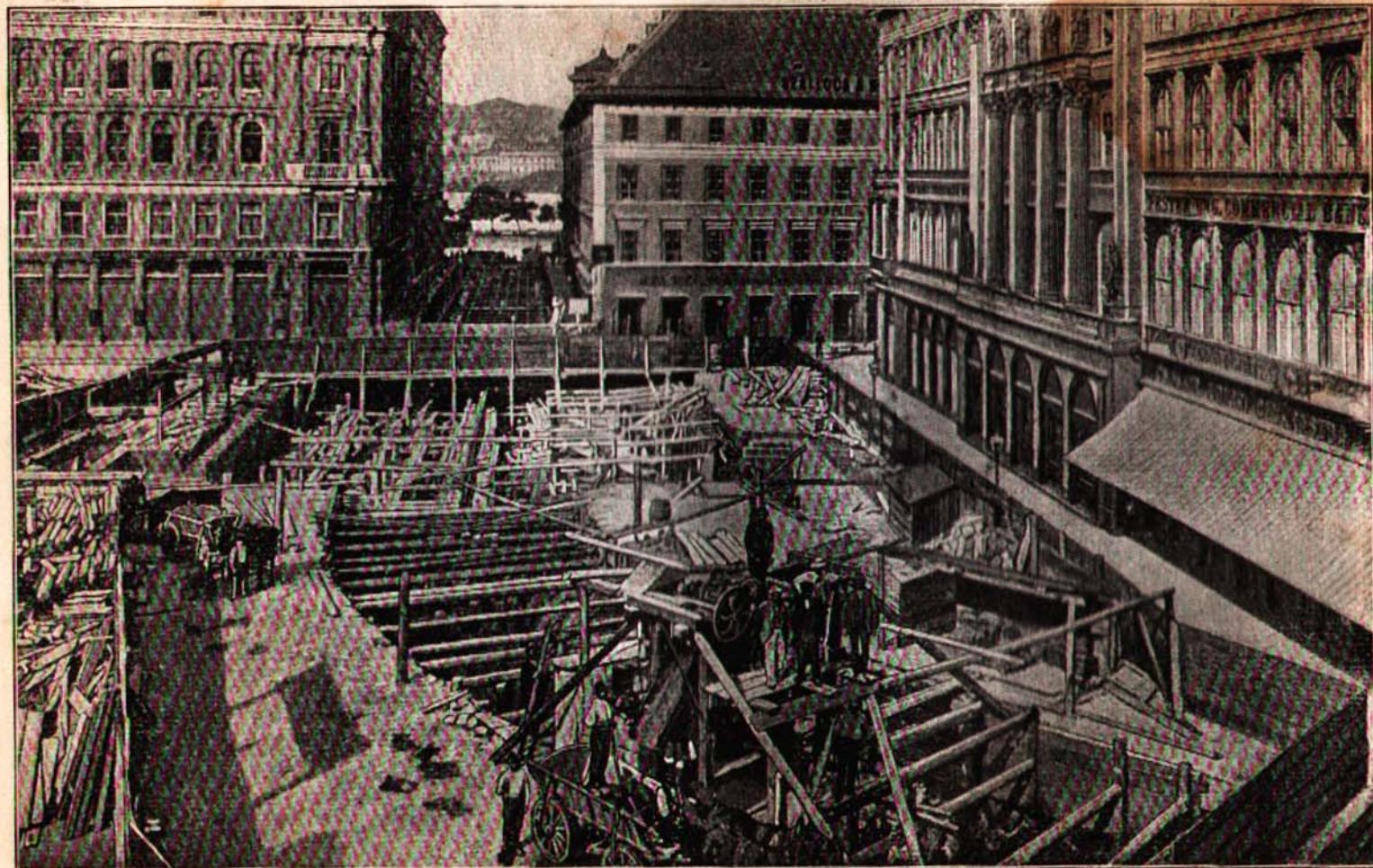
При устройствѣ туннеля старались кладь верхній край рельсовъ дороги на сколько возможно неглубоко подъ верхній край мостовой. Высота туннеля была ограничена 2,75 м. не только для прохода поѣзда, но и для крыши туннеля, на которой помѣщается мостовая, несущая передвигаемые по ней грузы. Воз-



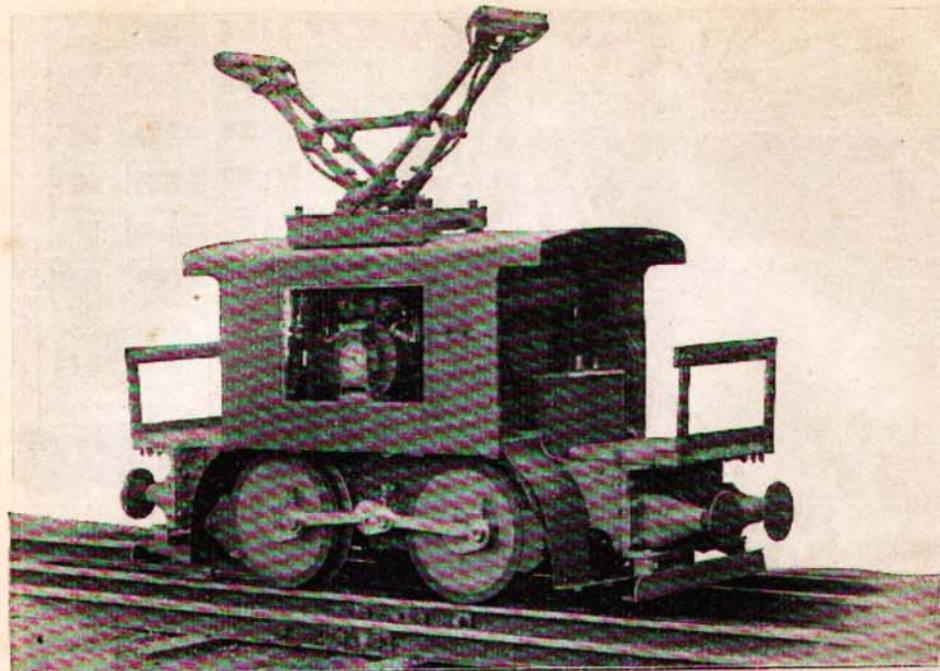
429. Электрическая подземная дорога въ Будапештѣ;
постройка перекрытия.



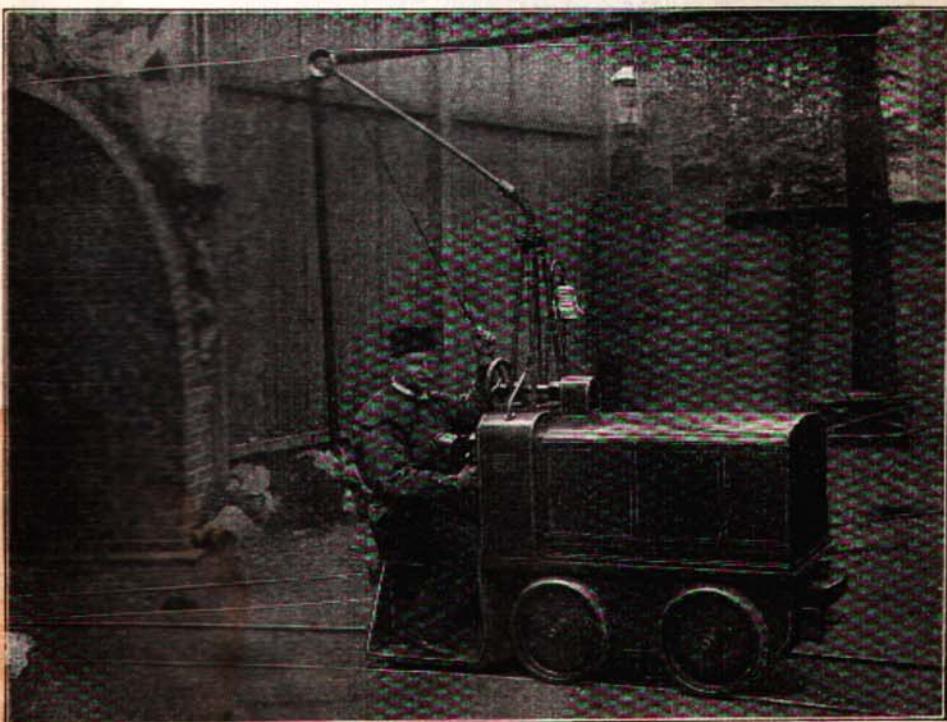
430. Электрическая подземная дорога въ Будапештѣ:
желѣзная конструкція станціи.



431. Электрическая подземная дорога въ Будапештѣ; постройка станціи.



432. Внутреннее устройство рудничного локомотива Шуккерта и К°.

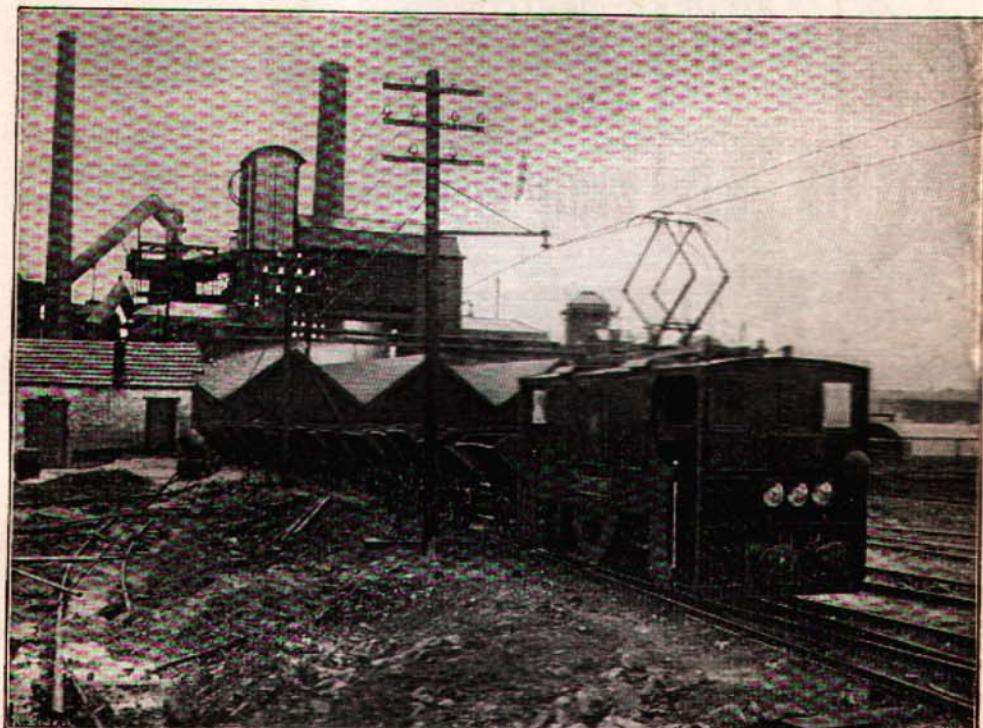


433. Рудничный локомотивъ Шуккерта и К°.

мокное ограничение толщины крыши туннеля требовало, чтобы ширина подпорных балокъ была возможно меньше. Для этой цели между обѣими колеями устроены ряды столбовъ. Вся ширина туннеля 6 м. Длина поперечныхъ подпорныхъ балокъ крыши приблизительно 3,0 м. Подошва туннеля находится на 4,45 или 4,55 м. ниже мостовой.

Поль и стѣны туннеля сдѣланы изъ бетона.

Крыша туннеля устроена такимъ образомъ, что надъ столбами, отстоящими другъ отъ друга на 4 м., кладутся рядомъ двѣ двухтавровыхъ продольныхъ балки, достигающихъ при деревянной мостовой 320 мм., а при каменной 350 мм. высоты. Поперекъ продольныхъ балокъ положены, проходящія сквозь оба рельса, поперечные балки, опирающіяся концами на стѣнки



434. Электрическая тяга рудничной дороги.

туннеля. Поперечные балки имѣютъ также двухтавровое поперечное сѣченіе, лежать одна отъ другой на разстояніи 1 м. и, смотря по нагрузкѣ, достигаютъ 300, 320 или 350 мм. высоты. Между поперечными балками располагается собственно крыша туннеля, состоящая изъ бетонныхъ бочарныхъ сводиковъ въ 1 м. ширинѣ.

Движеніе вся линія получаетъ отъ машинной станціи электрическихъ городскихъ дорогъ на Садовой улицѣ. Отсюда проведены подводящій кабель до подземной желѣзной дороги и проводъ вдоль пути такимъ образомъ, что подъ крышей туннеля, надъ рельсами, среди изоляторовъ укрѣплены два провода: прямой и обратный, отъ которыхъ моторные вагоны получаютъ требуемый токъ посредствомъ прикрѣпленного на крыше вагона тролля.

Размѣры вагона находятся въ тѣсной зависимости отъ туннеля.

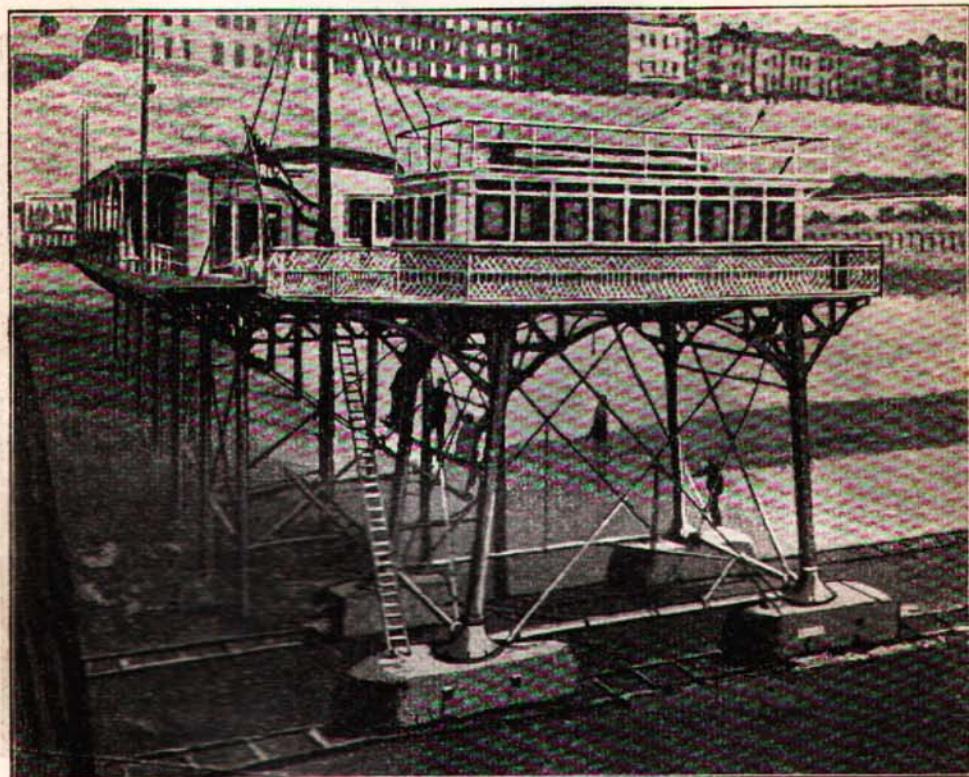
Сначала имѣлось въ виду 21 моторныхъ вагона, для 50 человѣкъ каждый, изъ которыхъ ко времени открытия были поставлены 10 вагоновъ. При

шусканиі черезъ каждыи 5 минутъ они проходять при наибольшей скорости разстояніе 40 километровъ въ часъ.

Станціи дороги устроены по образцу станцій Лондонской дороги, такъ что съ обѣихъ сторонъ туннеля виѣ коленъ ставились спуски. На улицѣ, при входахъ на станцію, находятся галлерей, освѣщенный сверху и сбоку. Изъ этихъ галлereй идуть ступени къ желѣзнодорожному спуску, освѣщенному частью съ улицы, частью же висячей на крыше электрической лампой.

Открытие подземной желѣзной дороги состоялось 2-го мая 1896 года.

Описанная выше электрическая желѣзныя дороги служить главнымъ образомъ для перевозки пассажировъ, тогда какъ электрические локомо-



435. Электрическая Ѣзда при отливѣ.

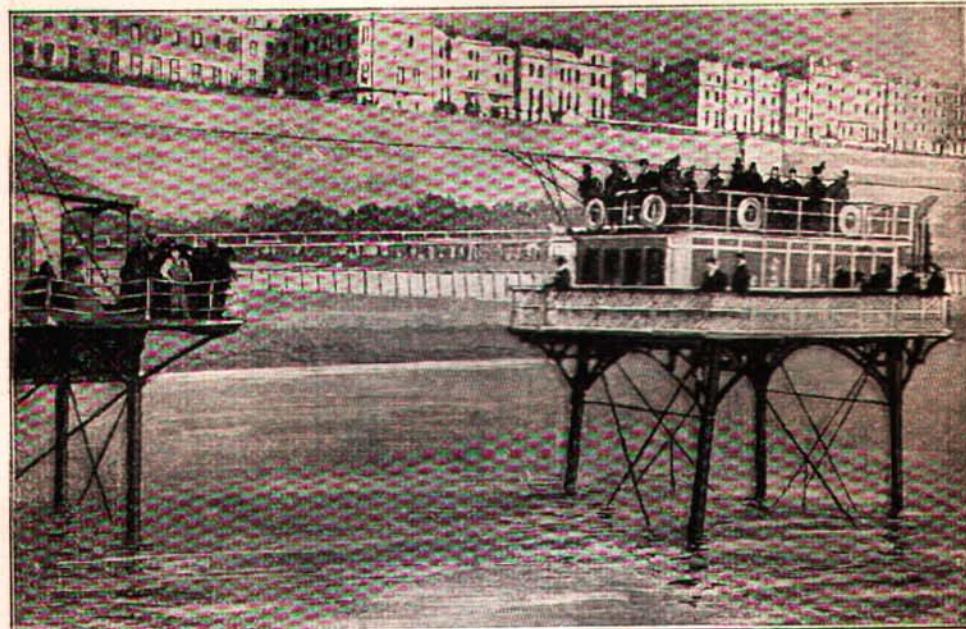
тивы до сихъ поръ изводятъ себѣ примененіе главнымъ образомъ для перевозки грузовъ, и здѣсь прежде всего обращаютъ на себѣ вниманіе рудничные локомотивы. У локомотива Сименса и Гальске для ихъ рудничныхъ желѣзныхъ дорогъ проводка тока производится почти вездѣ посредствомъ воздушныхъ проводовъ, одного или двухъ, прикрепляемыхъ къ потолку штолни или къ особо поставленнымъ столбамъ. Для проводки тока въ локомотивъ на крышу послѣдняго устраивается скользящій контактъ или примѣняется стержневой контактъ.

По своему устройству эти локомотивы представляютъ сравнительно немного новаго. Понятно, расположение двигателя на особомъ локомотивѣ бываетъ легче, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда его приходится приспособить въ тѣсномъ пространствѣ подъ вагономъ: при этихъ локомотивахъ можно брать одинъ большой двигатель, который экономичнѣе и дешевле двухъ

небольшихъ. Такъ какъ мѣста достаточно, то двигатель ставится на платформу вагона, и движеніе передается посредствомъ стальныхъ шпуровъ или зубчатыхъ колесъ. Отъ вредного дѣйствія воды и пыли двигатель надежно прикрывается плотнымъ футляромъ.

Представленный на рис. 432 и 433 рудничный локомотивъ конструированъ электрическимъ обществомъ бывш. Шуккертъ и К°. Стоящій на вагонѣ моторъ приводить въ движение ось фрикционными и зубчатыми колесами. Передъ моторомъ поставлена рама, содержащая реостаты и выключительные рычаги. Токъ проходитъ по стержневому контакту, который идетъ вдоль верхняго провода.

Электрическія грузовыя желѣзныя дороги примѣняются также и для другихъ промышленныхъ цѣлей, напр. для перевозки издѣлій и пр.



436. Электрическая та́га при приливѣ.

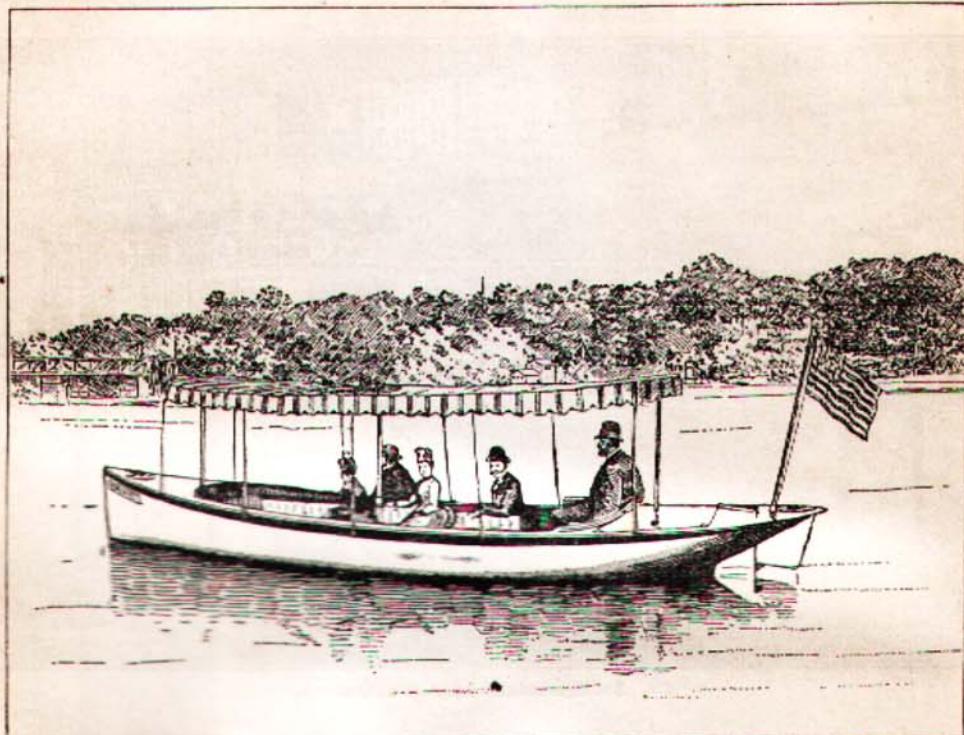
внутри заводовъ и фабрикъ, а также и за нихъ предѣлы, замѣненія известныя кабельныя грузовыя дороги. Заводскія желѣзныя дороги мало отличаются отъ рудничныхъ; электрическій локомотивъ тянетъ поѣздъ изъ маленькихъ или большихъ вагоновъ. Устройство локомотива упрощается въ томъ отношеніи, что въ такихъ случаяхъ не приходится принимать въ расчетъ такія порчи, какія случаются въ рудникахъ. Поэтому такой локомотивъ можно устроивать примитивнымъ способомъ, установивъ на низенькомъ вагонѣ электродвигатель и заставивъ его вращать при помощи ремня колеса вагона. Тамъ, где имѣется установка для освѣщенія завода и приходится перевозить крупныя издѣлія или материалы, легко можно пользоваться этимъ удобнымъ и сравнительно экономичнымъ перевозочнымъ средствомъ.

Нашъ рис. 434 показываетъ электрическую рудничную желѣзную дорогу Шуккерта и К°, для которой всякоѣ объясненіе, послѣ сказанного выше, будетъ лишнимъ.

Прежде, чѣмъ оставить путь на твердой почвѣ и перейти къ воднымъ, упомянемъ еще объ амфибіообразной промежуточной формѣ электрической

ѣзды, которая происходитъ на землѣ и на водѣ. Эта, въ своемъ родѣ единственная, электрическая дорога была выстроена въ Англіи Магнусомъ Фолькъ и соединяетъ мѣсто морского купанья Бригтонъ съ Роттингеномъ. На морскомъ берегу вдоль Klippe проведена рельсовая дорога въ два пути на разстояніи 150—250 м. При отливѣ путь остается открытымъ, при приливѣ же онъ покрывается водой на 4 м. По рельсамъ идутъ 4 маленькихъ вагона, соединенныхъ между собою стальной трубой. На четырехъ столбахъ ставится платформа, выстроенная наподобіе крыши корабля и имѣющая въ серединѣ крытую каюту.

Вдоль рельсовыхъ столбовъ поставлены высокія стальные мачты, несущія изолированный токъ, съ которымъ поѣздъ соединенъ kontaktнымъ



437 Электрическая лодка Рекенцауна.

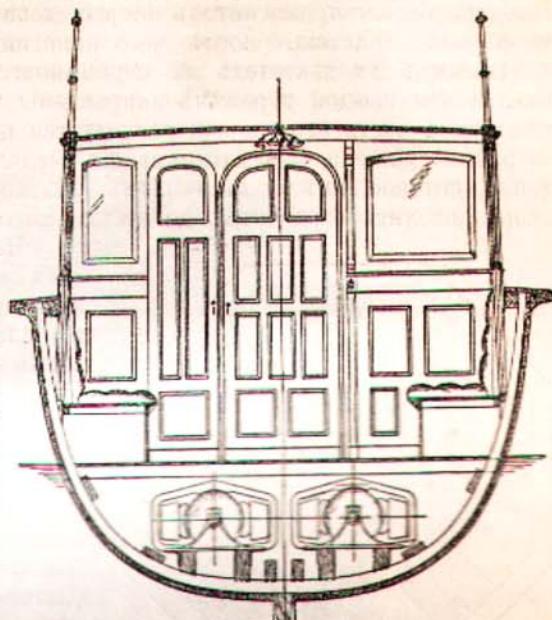
стержнемъ. На каждые два вагона назначается 30-сильный моторъ, который прикрепленъ подъ платформой и приводить въ дѣйствіе соотвѣтствующій вагонъ помощью оси, находящейся внутри длинной колонны. На рис. 436 видно, какъ поѣздъ идетъ при высокой водѣ.

Покинемъ теперь твердую землю, которая оказываетъ столько помѣхъ для движенія, и перейдемъ къ водѣ, где открывается новая область для электрическаго движенія. Для движенія шлюпокъ посредствомъ тока условія оказываются выгодными даже при примѣненіи аккумуляторовъ, чего нельзя сказать о движеніи по сушѣ. Здѣсь менѣе значенія представляетъ вѣсъ батареи, такъ какъ тяжелыми элементами можно пользоваться, какъ балластомъ. Скорость вращенія гребного винта хорошо соотвѣтствуетъ скорости двигателя, благодаря чему винтъ можно надѣвать прямо на валъ двигателя. Зарядженіе батареи можно производить, не вынимая ея изъ лодки, если только проложить провода до воды. Электрическая шлюпка предста-

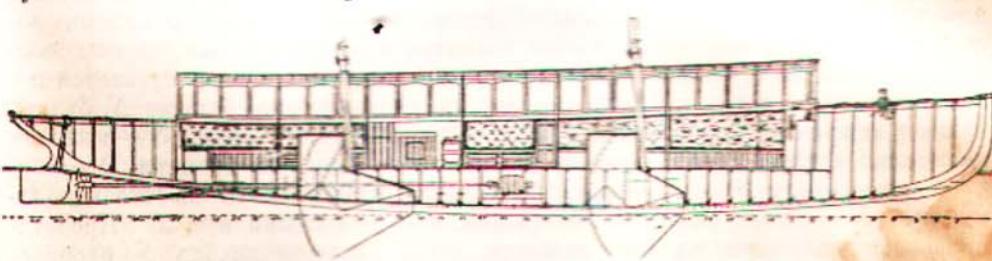
вляетъ преимущество передъ паровой по спокойному ходу двигателя, отсутствію топки, грязи и пр.; кроме того, когда у электрической шлюпки батарея заряжена, она всегда готова для хода, не требуя никакого предупреждения заранѣе. Впрочемъ она до сихъ поръ остается предметомъ роскоши, такъ какъ по расходамъ на работу она обходится дороже паровой шлюпки.

Отечествомъ электрической шлюпки является Англія, классическая страна водяного спорта. Постройкой такихъ электрическихъ шлюпокъ особенно ревностно и съ успѣхомъ занимался американецъ Рекенцаунъ, который приобрѣлъ уже извѣстность постройкой омнибусовъ съ аккумуляторами. Такъ, онъ построилъ лодку „Магнитъ“ (рис. 437) для поѣздокъ по Гудсону. Внутреннее устройство покажемъ мы на другой лодкѣ „Утопія“, выстроенной для американского Nabob John Jacob Astor. У нея два винта, и сообразно съ этимъ, два электрическихъ мотора (рис. 438 и 439). Для каждого мотора имѣется аккумуляторная батарея въ $6 \times 32 = 192$ элемента. Оба мотора, въ 25 лошадиныхъ силъ каждый, расположены въ средней части лодки. Лодка снабжена электрическимъ прожекторомъ и освѣщается лампочками накаливания.

Едва ли можно представить себѣ болѣе пріятное катаніе, какъ на этой быстро и безшумно скользящей по водѣ лодкѣ, на которой не портить вида ни мачта, ни дымовая труба; не удивительно поэтому, что въ Англіи по Темзѣ плаваетъ уже цѣлая флотилия такихъ шлюпокъ, для которыхъ по берегамъ устроены особыя станціи для заряжанія, гдѣ лодки могутъ запасаться новой энергией.



438. Поперечный разрѣзъ электрической лодки „Утопія“.



439. Продольный разрѣзъ „Утопіи“.

Двигатели переменного тока.

Синхронные двигатели. — Направленіе вращенія электродвигателя не зависитъ отъ направленія доставляемаго ему тока, потому что при перемѣнѣ направленія тока измѣняется полярность не только въ якорѣ, но, одновременно, и въ электромагнитахъ, отчего притяженіе и отталкиваніе продолжаютъ дѣйствовать въ тѣ же стороны, какъ и раньше. Поэтому каждый