

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Описаніе пробныхъ линій городскихъ желѣзныхъ дорогъ съ электрическою тягою въ г. Москвѣ.

Число эксплуатируемыхъ въ Россіи городскихъ желѣзнодорожныхъ линій съ электрическою тягою за послѣднее время увеличилось тремя пробными электрическими линіями Московскаго Общества желѣзно-конныхъ дорогъ, освященіе которыхъ послѣдовало 25-го марта сего года.

По состоявшемуся соглашенію Общества желѣзно-конныхъ дорогъ съ Московскою Губернскою и Уѣздною Земскою Управами и съ Московской Городскою Управой, къ устройству новыхъ линій и всѣхъ относящихся до нихъ сооружений, порученному Акціонерному Обществу Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ Сименсъ и Гальске, было приступлено названнымъ Обществомъ въ іюлѣ мѣсяцѣ 1898 г.

Въ настоящее время приспособлены къ электрической тягѣ съ воздушнымъ проводомъ 3 линіи, а именно:

I.—Долгоруковская линія, отъ Страстного монастыря до Бутырской заставы;

II.—Линія Бутырскій проѣздъ, отъ Бутырской заставы до Петровскаго парка;

III.—Тверская линія, отъ Тверской заставы до Петровскаго парка;

Кромѣ того устроена линія (IV) по Лѣсной улицѣ, тоже съ воздушной канализаціей, для соединенія III-ей линіи съ новымъ депо на Башиловкѣ.

Линія I имѣетъ въ длину 3,0 версты

» II	»	»	»	2,2	»
» III	»	»	»	2,3	»
» IV	»	»	»	1,1	»

Всѣ линіи, за исключеніемъ соединительной, двухколейныя. Ширина пути составляетъ 0,72 саж. Разстояніе между серединами обоихъ путей—1,714 саж. По линіямъ I и III уложены на деревянныхъ шпалахъ рельсы типа Фениксъ, вѣсомъ въ 22,68 фунт. на каждый погонный футъ, по линіи-же II уложены также на деревянныхъ

шпалахъ рельсы Виньолевскаго типа вѣсомъ въ 15,36 фунт. на погонный футъ.

Переводные рельсы, стрѣлки и отвѣтвленія сдѣланы изъ рельсовъ типа Фениксъ съ двумя передвижными острьями для каждаго перевода; только на линіи II имѣются стрѣлки и изъ рельсовъ Виньолевскаго типа. Въ разныхъ мѣстахъ устроены отвѣтвленія къ линіямъ съ конной тягой.

Наименьшій радіусъ закругленій равенъ 8 саж; наибольшій подъемъ 23,2‰ на 43 саж. длины.

Токъ доставляется линіямъ особой трансформаторной станціей, построенной на Бутырскомъ проѣздѣ, недалеко отъ Старой Башиловки. Станція эта въ свою очередь получаетъ энергію изъ находящейся въ 7 верстахъ отъ нея главной станціи Общества электрическаго освѣщенія на Раушской набережной. Получаемый здѣсь трехфазный токъ въ 2000 вольтъ подводится по трехжильному, проложенному въ землѣ, кабелю къ трансформаторной станціи, гдѣ онъ преобразовывается въ постоянный токъ съ напряженіемъ въ 550 вольтъ. Пока установлены 4 такихъ вращающихся трансформатора, развивающихъ по 120 лощ. силъ, но имѣется достаточно мѣста для установки еще 4 такихъ же трансформаторовъ. Для выравниванія колебаній тока, неизбежныхъ при электрической тягѣ, и слѣдовательно для достиженія по возможности равномерной нагрузки трансформаторовъ, поставлена буферная батарея аккумуляторовъ.

Всѣ необходимыя контрольные, предохранительныя и включающіе приборы установлены на мраморной распредѣлительной доскѣ, въ рамѣ дубоваго дерева. Доска помѣщена на возвышеніи, причемъ всѣ приборы, предназначенные для тока высокаго напряженія, предохранители и проч. находятся въ нижней части этого возвышенія въ особыхъ коробкахъ.

Каждая изъ линій I—III имѣетъ свой отдѣльный питательный проводъ, снабженный на распредѣлительной доскѣ специальными автоматическими предохранителями. Линія I получаетъ токъ чрезъ посредство надземнаго рабочаго провода, расположеннаго на столбахъ, который для уменьшенія потери напряженія на этой линіи продолженъ до пересѣченія Долгоруковской линіи съ Садовой.

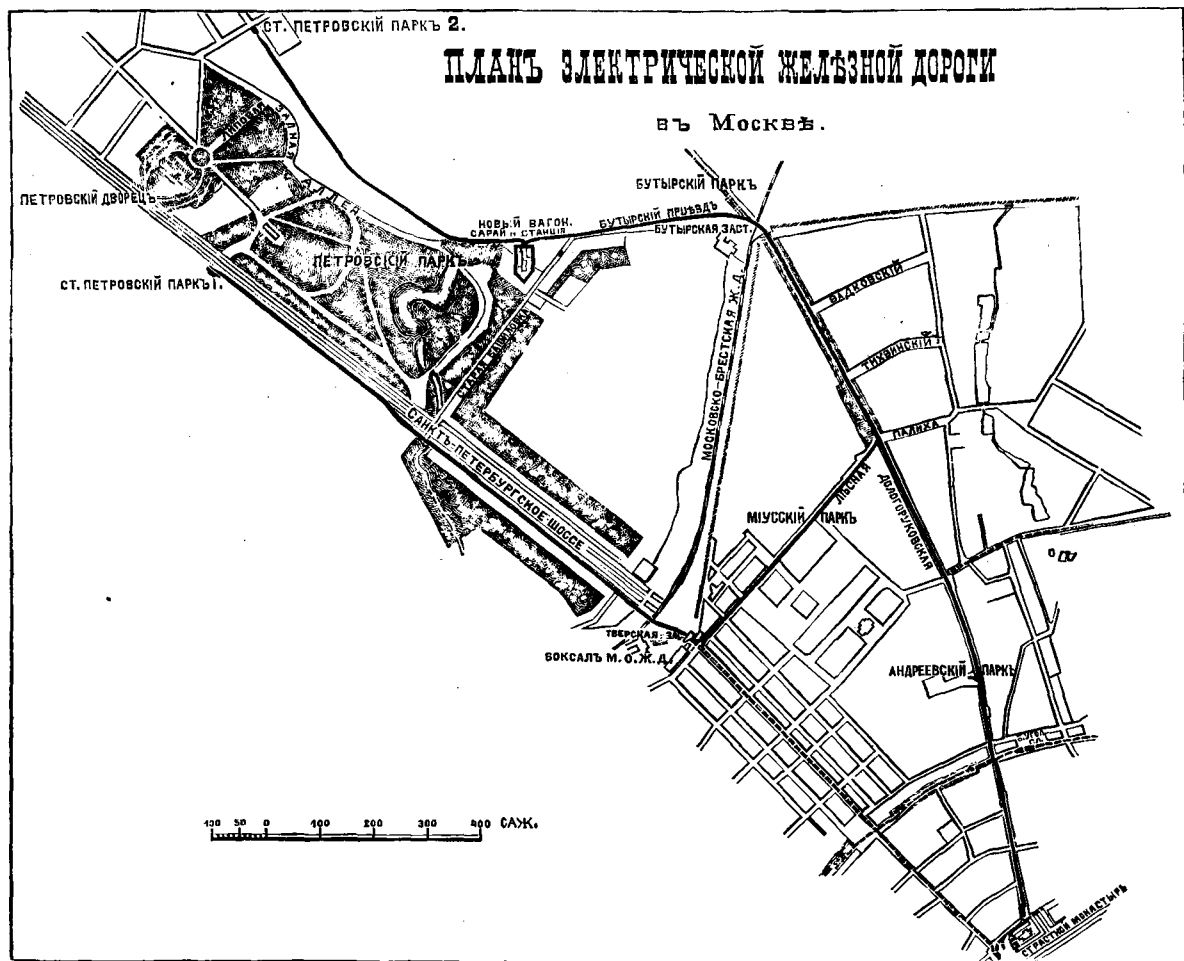
Линія II получаетъ токъ непосредственно изъ расположенной на ней станціи, а линія III—черезъ посредство двойного питательнаго провода, идущаго черезъ Старую Башиловку и подвѣшеннаго на деревянныхъ столбахъ.

Рабочіе провода подвѣшены посредствомъ особыхъ изоляторовъ на высотѣ 2,58 саж. на желѣзныхъ столбахъ съ двумя желѣзными же кронштейнами; столбы эти поставлены между путями на разстояніи 16,50—18,75 саж. другъ отъ друга. Только на Лѣсной улицѣ съ однокольнымъ путемъ поставлены столбы съ однимъ кронштейномъ. Столбы, поставленные на Долго-

громоотводами съ автоматическими искротушителями.

Въ качествѣ обратнаго провода служатъ рельсы; для уменьшенія сопротивленія въ стыкахъ рельсы соединены между собой при помощи мѣдныхъ связей съ поперечныхъ сѣченіемъ въ 50 кв. мм. Кромѣ того на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга устроены мѣдныя поперечныя связи между рельсами.

Главная станція (депо) электрической желѣзной дороги устроена на линіи Бутырскій проѣздъ вблизи Старой Башиловки; она заключается въ себѣ сарай для вагоновъ, мастерскія, трансфор-



руковской улицѣ, сдѣланы изъ маннесмановскихъ трубъ безъ шва, съ верхушками, разукрашенными кольцами и поколами. На остальныхъ линіяхъ поставлены болѣе простые столбы и кронштейны изъ вальцованнаго желѣза. Подвѣсныя изоляторы для рабочихъ проводовъ эластично укрѣплены на кронштейнахъ при помощи поперечныхъ проводовъ для избѣженія искръ. Эти поперечныя проволоки также изолированы отъ кронштейновъ, такъ что между землей и проводомъ имѣется двойная изоляція.

Рабочіе провода раздѣлены на части, изъ которыхъ каждая можетъ быть самостоятельно выключена. Каждая часть провода снабжена

маторную станцію, помѣшеніе для аккумуляторовъ и контору.

Рельсовые пути вагоннаго сарая связаны съ главной колеей черезъ посредство отвѣтвленій и стрѣлокъ.

Маневровая служба производится только при помощи стрѣлокъ. Вагонный сарай имѣетъ въ длину около 25 саж., и въ ширину для помѣщенія 6 путей 12,75 саж., такъ что въ сараѣ могутъ помѣститься 6 рядовъ по 5 вагоновъ, всего 30 вагоновъ-двигателей.

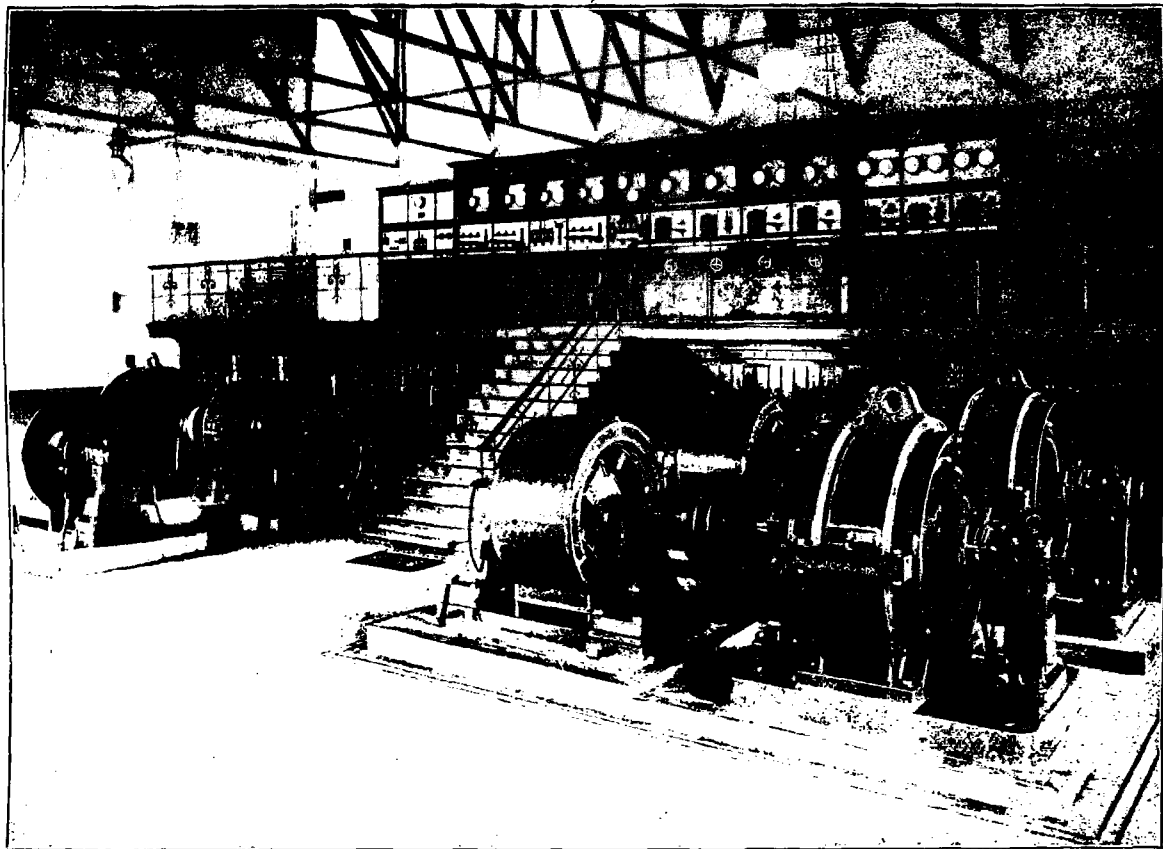
Для осмотра вагоновъ устроены подъ всѣми путями въ вагонномъ сараѣ и въ мастерской открытыя канавы, глубиной въ 0,7 саж., на про-

тяжениі, достаточномъ для помѣщенія 3-хъ вагоновъ.

Въ концѣ сарая отдѣлена часть его, длиною въ 6 саж., подъ мастерскую. Въ этой части сарая съ пристройкой, кромѣ собственно мастерской, находится еще лакировочное отдѣленіе, кузница и складъ. Мастерская такъ оборудована, что въ ней можно производить рѣшительно всѣ починки. Въ ней поставлены токарный станокъ, шепингъ-машина, сверлильная машина на колоннѣ, быстроходный сверлильный станокъ, ножницы и машина для пробивки дыръ; всѣ эти машины приводятся въ дѣйствіе электродвигателями. Въ жиломъ

маціямъ. На концахъ продольныхъ балокъ находятся коническія витыя и двойныя листовыя рессоры, на которыхъ покоится кузовъ вагона. Благодаря дѣйствію этихъ рессоръ, кузова не испытываютъ почти никакихъ качаній даже при быстрой ѣздѣ. Для устранения продольныхъ качаній вагона установлены особыя контръ-рессоры. Съ обѣихъ сторонъ каждаго вагона имѣются опускающія предохранительныя сѣтки для предупрежденія несчастныхъ случаевъ съ людьми и животными.

Колеса желѣзные съ бандажами изъ мартеновской стали. Вслѣдствіе особаго устройства буксъ



Трансформаторная станція.

зданіи помѣщаются бюро, квартиры главнаго инженера, помощниковъ его и машиниста, а также казарма для 15 рабочихъ.

Всѣ зданія и дворъ станціи освѣщаются электричествомъ.

Устройство вагоновъ-двигателей, за исключеніемъ, конечно, электрическихъ частей, ничѣмъ не отличается отъ устройства вагоновъ обыкновенныхъ городскихъ желѣзныхъ дорогъ. Рама составлена изъ двухъ прочныхъ стальныхъ продольныхъ балокъ, поддерживаемыхъ на буксахъ рессорами и связанныхъ между собой поперечными связями изъ фасоннаго желѣза. Благодаря такому устройству, рамы по своей конструкціи очень легки и не подвергаются никакимъ дефор-

вагонъ на поворотахъ не испытываетъ никакихъ толчковъ.

Тормаза всѣ новой конструкціи, очень сильны и расположены такъ, что каждая сторона вагона независима отъ другой. Скольженіе тормазныхъ колодокъ по колесамъ здѣсь немислимо.

Для избѣжанія скольженія колесъ въ сырую погоду, при каждомъ вагонѣ имѣется песочница.

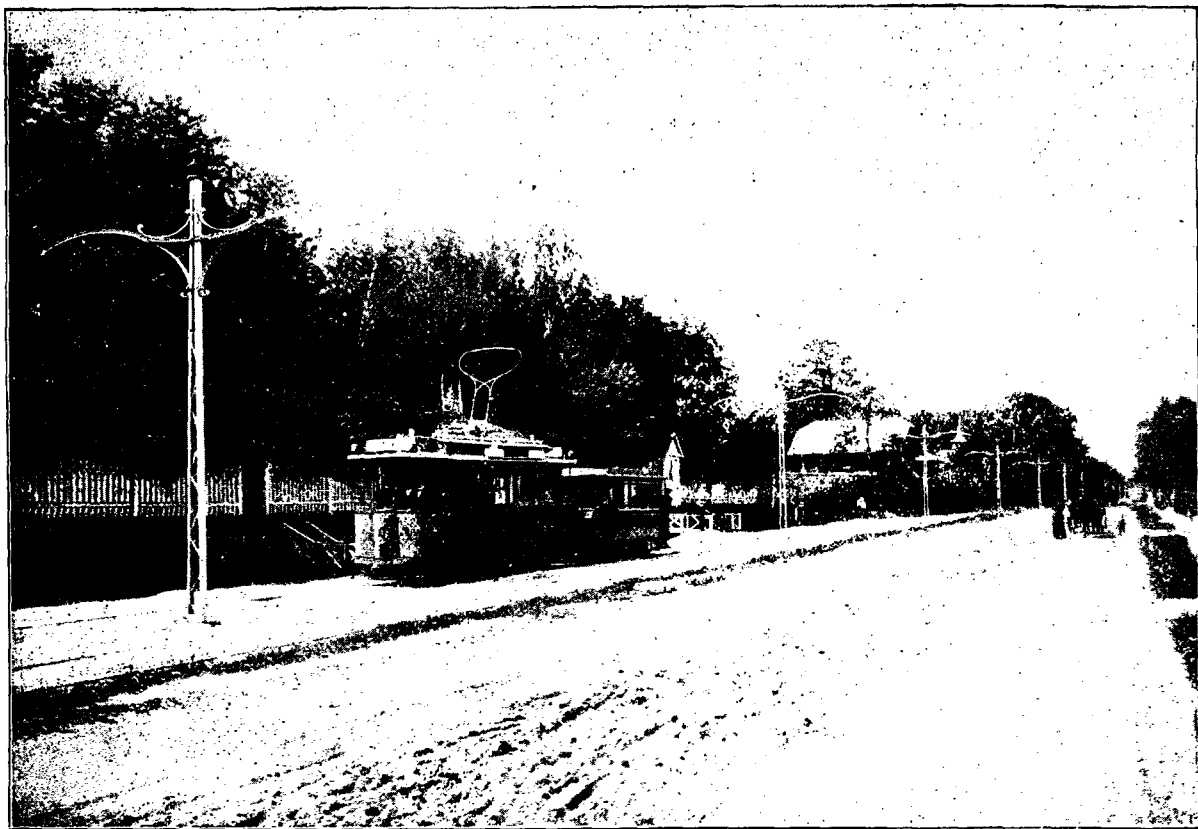
Въ вагонѣ имѣются двѣ длинныхъ досчатыхъ скамьи на 20 пассажировъ. Для болѣе удобнаго входа дверь вдвигается налѣво во внутрь вагона. Съ каждой стороны имѣется по 4 окна одинаковой величины, которыя лѣтомъ вынимаются.

Площадки связаны съ кузовомъ крѣпкими желѣзными балочками и имѣютъ красивый видъ,

благодаря сильно изогнутымъ переднимъ желѣзнымъ стѣнкамъ. На каждой площадкѣ имѣется по 8 мѣстъ для стоянія. Внутренняя стѣнка площадки служитъ какъ для предохраненія аппаратовъ отъ поврежденій, такъ и для защиты публики отъ вреднаго дѣйствія тока. Площадки находятся на высотѣ 2,17 фут. надъ поверхностью земли, такъ что для удобнаго входа на площадку совершенно достаточно двухъ ступеней въ 1,12 и 1,05 фут. Подъ площадками находятся по срединѣ буферныя сѣпныя приспособленія, могущія перемѣщаться въ вертикальной и горизонтальной плоскостяхъ.

Устройство контактной дуги позволяетъ установить ее подъ какимъ угодно угломъ до горизонтальнаго положенія. Вагоны снабжены пока только однимъ двигателемъ, развивающимъ 20 силъ, но всѣ части расположены такъ, что можно въ случаѣ надобности безъ особенныхъ измѣненій легко помѣстить рядомъ еще одинъ такой же двигатель.

Электродвигатели вагоновъ—четырехполосные и рассчитаны на напряженіе въ 550 вольтъ; они принадлежать къ типу машинъ съ послѣдовательнымъ соединеніемъ и сконструированы специально для вагоновъ-двигателей. Главныя части ихъ



Линія по Бутырскому проспекту.

Для подачи кондуктору сигналовъ устроены надъ каждой площадкой звонокъ, приводимый въ дѣйствіе при помощи ремня. Для подачи путевыхъ сигналовъ служитъ находящійся спереди колоколъ, приводимый въ движеніе при помощи педали.

Токъ отъ рабочаго провода передается электродвигателямъ посредствомъ алюминиевой контактной дуги, равномерно прижимающейся къ проводу. При примѣненіи такого контакта невозможенъ сходъ приѣмника съ рабочаго провода, какъ это нерѣдко случается при примѣненіи катящагося контакта. Благодаря такому устройству и автоматическому смазыванію, изнашивание проводовъ въ высшей степени незначительно.

слѣдующія: коробка съ электромагнитами и подшипниками, якорь съ коллекторомъ, щеткодержатели и приспособленія для подвѣшиванія. Коробка для уменьшенія вѣса сдѣлана изъ стали. Она открывается книзу, такъ что можно легко и удобно осматривать якорь, не вынимая всего двигателя изъ вагона. Якорь тщательно изолированъ; коллекторъ его состоитъ изъ большого числа частей, такъ что напряженія между отдѣльными сегментами сравнительно весьма малы. Сегменты изолированы другъ отъ друга слюдой. По коллектору безъ всякаго шума скользятъ угольныя щетки. Двигатель подвѣшенъ на двухъ пружинахъ, вполнѣ предохраняющихъ его отъ всякихъ случайныхъ толчковъ и сотрясеній.

Движеніе передается отъ двигателя осямъ колесъ при помощи пары зубчатыхъ колесъ; зубцы колесъ тщательно наѣзаны и имѣютъ такой шагъ, что при движеніи не бываетъ сильнаго шума. Вся передача заключена въ находящуюся при двигателѣ коробку, частью заполненную жиромъ для смазыванія. У каждой передней стѣнки площадки вагона находится на полу вѣланный въ послѣднюю механизмъ для управленія ходомъ вагона. Включающіе аппараты соединены при помощи проводовъ съ якорями, обмотками электромагнитовъ, а также съ реостатами для пусканія въ ходъ и тормазными рео-

силы тока, могущаго испортить двигатели, послѣдніе снабжены автоматическимъ выключателемъ съ магнитнымъ искроушителемъ, который и прерываетъ цѣпь при чрезмѣрномъ увеличеніи силы тока. Для предохраненія вагона отъ молній—съ вагонными проводами соединенъ громоотводъ. Этотъ аппаратъ отводитъ молнію между угольными пластинками въ землю безъ всякихъ поврежденій въ вагонѣ и въ электрическихъ установкахъ.

При вагонѣ-двигателѣ имѣются три совершенно независимыхъ другъ отъ друга тормазныхъ приспособленія:



Вагонный сарай.

статами. Реостаты такъ устроены, что можно легко пускать вагонъ въ ходъ, уменьшать его скорость или совершенно останавливать его электрическимъ путемъ. Реостаты вполне безопасны въ пожарномъ отношеніи. Для изоляціи и укрѣпленія проволокъ служатъ исключительно фарфоровыя части. Спирали укрѣплены такимъ образомъ, что между ними не можетъ быть соприкосновенія. Если реостаты помѣщены подъ сидѣніями, то развиваемая ими теплота при прохожденіи по нимъ тока можетъ зимой служить для отопленія вагона; лѣтомъ реостаты обыкновенно помѣщаются подъ поломъ вагона.

Для избѣжанія слишкомъ сильнаго увеличенія

- 1) механическій тормазъ;
- 2) электрическій тормазъ съ короткимъ замыканіемъ;
- 3) приспособленіе для тормаженія обратнымъ токомъ.

Механическій тормазъ, движущій рычагъ котораго находится между стѣнками площадки около замыкателя, употребляется обыкновенно для остановки или для уменьшенія скорости движенія.

Тормазъ съ короткимъ замыканіемъ можетъ служить для той же цѣли, не нанося вреда электрическимъ оборудованіямъ вагона. Но главнымъ образомъ этотъ тормазъ служитъ какъ бы дополненіемъ къ механическому тормазу. Дѣйствіе его

зависитъ отъ числа тормазныхъ реостатовъ и можетъ превзойти дѣйствіе даже самыхъ сильныхъ тормазныхъ колодокъ.

Въ случаѣ особенной опасности, когда требуется моментально остановить вагонъ, примѣняется еще тормажение обратнымъ токомъ. Въ обыкновенныхъ случаяхъ къ такому тормажению прибѣгать не слѣдуетъ, такъ какъ связанные съ нимъ толчки могутъ вредно отозваться на пассажирахъ.

Отъ главной цѣпи вагона отвѣтвляются двѣ отдѣльныхъ цѣпи, питающія по 6 лампочекъ накаливанія, всего, слѣдовательно, 12 лампочекъ по 16 норм. св. Вагонъ освѣщается 4 укрѣпленными на оконныхъ рамахъ канделябрами и однимъ фонаремъ въ 2 лампы, находящимся посреди потолка. Передняя площадка освѣщается рефлекторомъ, а задняя обыкновенной лампой. При перемѣнѣ направленія движенія обѣ лампы автоматически переключаются. Лицевыя вывѣски также освѣщаются каждая 2 лампами. Каждая цѣпь снабжена особымъ выключателемъ и свинцовыми предохранителями. Кромѣ того имѣются въ запасѣ еще обыкновенныя свѣчи.

При каждомъ вагонѣ находится между стѣнками площадки ящикъ со всѣми необходимыми инструментами.

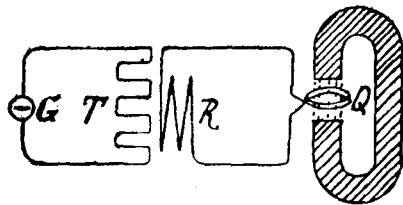
О магнитномъ потокѣ въ счетчикахъ и другихъ измѣрительныхъ приборахъ.

Въ электрическихъ измѣрительныхъ приборахъ, въ которыхъ дѣйствуютъ электромагнитныя силы, наиболѣе важнымъ факторомъ, опредѣляющимъ характеръ и чувствительность прибора, является величина дѣйствующаго между частями прибора магнитнаго поля. Между тѣмъ, до сихъ поръ не существовало даже приблизительныхъ данныхъ о величинѣ магнитныхъ полей въ различныхъ измѣрительныхъ инструментахъ и даже изслѣдователи, которымъ каждодневно приходится имѣть дѣло съ такими приборами, имѣютъ лишь самое смутное представленіе о силѣ поля, дѣйствующаго въ нихъ. Чтобы пополнить этотъ пробѣлъ, Альбертъ Кемпбэлль предпринялъ рядъ опытовъ и приводитъ интересные результаты ихъ въ январскомъ номерѣ „Philosophical Magazine“.

Измѣряемой величиной являлось B , т. е. магнитная индукція, или число трубокъ индукціи на кв. см. нормального сѣченія магнитнаго потока въ желѣзѣ или воздухѣ; въ нѣсколькихъ приборахъ опредѣленъ былъ и полный магнитный потокъ Φ . По самому существу вопроса измѣренія не должны были отличаться точностью, въ виду различій, могущихъ существовать между отдѣльными экземплярами одного и того же прибора. Для измѣренія постоянныхъ магнитныхъ полей пользовались обычнымъ методомъ катушки и баллистическаго гальванометра; катушка либо быстро выдерживалась изъ поля, либо направленіе пронизывающаго ее потока быстро перемѣнялось. Въ виду крайней узкости тѣхъ щелей, въ которыхъ приходилось измѣрять поле, катушки были пригнаны изъ круга покрывнаго стеклышка, заклееннаго между двумя слюдными пластинками и обмотаннаго отъ 10—200 оборотами изолированной шелкомъ мѣдной проволоки въ 0,075 мм. діаметромъ. Гальванометръ калибровался съ помощью двухъ катушекъ съ извѣстнымъ коэффициентомъ взаимной индукціи.

Для опредѣленія B у перемѣннаго магнитнаго поля

примѣнялся слѣдующій методъ. Катушка Q (рис. 1), чрезъ которую проходилъ изслѣдуемый потокъ, соединялась съ небольшимъ сопротивленіемъ R , прижатымъ



Фиг. 1.

къ однимъ спаямъ очень малой термоэлектрической батареи T , соединенной съ гальванометромъ G . Сопротивленіе R было навито неиндуктивно изъ тонкой манганиновой проволоки, а батарея состояла изъ 10 паръ желѣзо-никкель длиной въ 7 мм. Можно доказать, что отклоненіе гальванометра G пропорціонально средней квадратичной перемѣнной разности потенциаловъ у зажимовъ катушки Q . Гальванометръ калибровался съ помощью пропусканія тока опредѣленной силы чрезъ сопротивленіе R . Если пренебречь сопротивленіемъ катушки Q и предположить, что перемѣнное поле слѣдуетъ синусоидальному закону, то разность потенциаловъ v_2 у зажимовъ R , опредѣленная по отклоненію гальванометра G , выразится чрезъ

$$v_2 = 10^{-8} \times 2 \pi n N_2 B s_2,$$

гдѣ n —частота поля (опредѣлялась помощью извѣстнаго прибора Кемпбэлля), N_2 —число оборотовъ катушки, s_2 —площадь сѣ. Отсюда опредѣлялось наибольшее B , а изъ него и среднее квадратичное B .

Въ слѣдующей таблицѣ приведены данныя, найден

Названіе прибора.	Сопротивленіе его въ омахъ.	Полная нагрузка.	Среднее B .
Электродинамометръ Сименса	0,58	4 амп.	80
То же	0,0156	20 „	18
Амперъ-вѣсы Кельвина	0,58	10 „	65
Гальван. Депрэ-Д'Арсонваля типа Айртонъ-Масера	324	—	450
Вольтметръ Вестона	7,4	0,2 вт.	870
Амперметръ Эвершеда	0,00043	100 амп.	700
Пружинн. вольтметръ Айртонъ и Перри	30	18 вт.	14200
Регистрирующій амперметръ Ришара	7×10^5	500 амп.	580
Астатическій зеркальный гальванометръ Кельвина	13000	—	0,008
Счетчикъ числа перемѣнъ Кемпбэлля	500	0,2 „	280
Двуполюсный телеф. Белля	126	—	3000
Приборъ Айртонъ и Перри съ перем. самоиндукціей	10,6	(1 амп.)	46

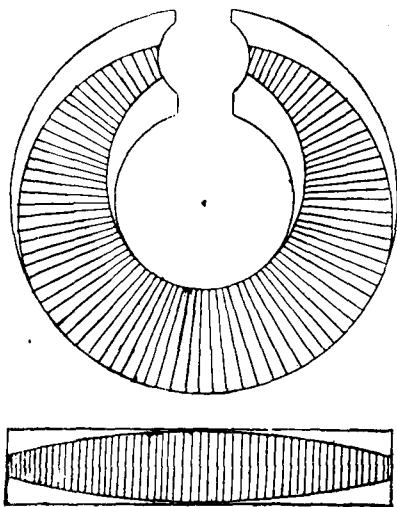
ныя Кемпбэллемъ для нѣкоторыхъ изслѣдованныхъ имъ инструментовъ; мы приводимъ тѣ изъ нихъ, которые наиболѣе распространены у насъ.

Эти числа даютъ интересныя данныя для характеристики разсмотрѣнныхъ приборовъ; авторъ снабжаетъ ихъ слѣдующими замѣчаніями.

1) *Электродинамометръ Сименса*. Измѣренія въ верхней части и въ серединѣ подвижныхъ катушекъ дали В — 120 и 40 для тонкой катушки и В — 21 и 16 для толстой. Отсюда слѣдуетъ, что въ случаѣ пользованія толстой катушкой, можетъ вліять земное поле ($H=0,2$) и отъ положенія прибора относительно земного поля можетъ зависѣть отсчетъ. Опыты исполнѣ подтвердили это заключеніе и дали при 15 амп. наибольшую возможную ошибку въ $2,1\%$, что исполнѣ согласуется съ приведенными данными. Полный потокъ сквозь толстую катушку при полной нагрузкѣ равенъ 1.850, потери энергіи въ приборѣ 6,2 и 9,3 ватта соответственно въ толстой и тонкой катушкахъ.

2) *Вѣсы Кельвина*. Полный потокъ при полной нагрузкѣ около 1.600. Въ виду аstaticческаго расположенія катушекъ земное поле не вліяетъ на результатъ отсчета. Коэффициентъ самондукціи около 0,0016 генри.

3) *Гальванометръ Д. Арсона* былъ работы Пауля съ рядомъ кольцевыхъ магнитовъ. Авторъ изслѣдовалъ еще, какъ измѣняется потокъ въ стали магнитовъ отъ мѣста къ мѣсту. Для этого магнитъ охватывался тонкой катушкой, которую быстро перемѣщали толчками отъ одного мѣста къ другому; баллистическій гальванометръ, соединенный съ катушкой, давалъ возможность опредѣлить измѣненія въ потокѣ. На фиг. 2 ширина заштрихо-



Фиг. 2.

ванной части даетъ величину потока въ соответственномъ мѣстѣ; изъ рисунка видно, что приблизительно лишь меньше трети всего потока входитъ въ цилиндрическое пространство между полюсами. Внизу для сравненія приведены тѣ же данныя для магнитнаго стержня.

4) *Вольтметръ Вестона*. Въ виду значительнаго В (870), земное поле можетъ имѣть лишь незначительное вліяніе, несмотря даже на то, что оно пронизываетъ вещество столь значительной проницаемости, какъ сталь. Ошибка, происходящая отъ вліянія земного поля, не можетъ быть (какъ и подтвердили опыты) болѣе $0,1\%$.

5) *Вольтметръ Айртона и Перри*. Желѣзная трубчатка въ 0,12 кв. см. сѣченіемъ втягивается въ катушку. В дано *внутри желѣза* при 15 вольтахъ, т. е. около 0,8 полной нагрузкѣ.

6) *Регистрирующий амперм. Ришара*. Два массивныхъ желѣзныхъ сердечника, обмотанные мѣдной полосой, притягиваютъ якорь, къ которому прикрѣплено

перо. В измѣрено между якоремъ и сердечникомъ. Полный потокъ весьма великъ, что уменьшаетъ вліяніе тренія пера, но должно ввести замѣтныя ошибки вследствие гистерезиса.

7) *Зеркальный гальванометръ Кельвина* былъ астигированъ насколько возможно. Поле, дающее отклоненіе въ 1° , при такой астазиі меньше, чѣмъ 0,00002.

8) Въ *счетчикѣ числа перемѣнъ Кемпбэлла* В измѣнялось между пружиной и электромагнитомъ.

9) Въ *телефонѣ Белля* діафрагма была столь близка къ полюсамъ, что давала почти замкнутое магнитное поле. На полюсный наконечникъ надѣта была маленькая катушка, отрывавшаяся вмѣстѣ съ діафрагмой; В относился, такимъ образомъ, къ полюсамъ магнита.

10) Въ *приборѣ Айртона и Перри* полный потокъ при 0,038 генри былъ около 5.200 на 1 амперъ.

Далѣе, Кемпбэлль произвелъ изслѣдованіе нѣсколькихъ счетчиковъ, именно Арона, Фрэжера, Гукэма (постояннаго и переменнаго тока), Кельвина, Э. Томсона, Шифера и Шалленбергера. Приведемъ только данныя для счетчиковъ Арона и Э. Томсона, наиболѣе распространенныхъ у насъ.

Счетчикъ ваттъ-часовъ Арона (типъ 1894 г., 50 амперъ при 100 вольтахъ). Два маятника съ шунтовыми катушками подвержены дѣйствію двухъ послѣдовательно введенныхъ катушекъ, причѣмъ одинъ идетъ быстрѣе нормальнаго хода, другой медленнѣе. Среднее В между двумя катушками у каждаго маятника около 70.

Счетчикъ ваттъ-часовъ Элигу Томсона (50 амперъ при 100 вольтахъ). Устройство предполагаемъ извѣстнымъ. Среднее В въ междуполусномъ пространствѣ у тормозящихъ магнитовъ около 700. Полный потокъ въ полюсѣ безразличенъ около 15.000, что даетъ В въ стали около 7.000. Токъ, проходящій послѣдовательно по магнитамъ электродвигателя, даетъ при полной нагрузкѣ на оси якоря В около 130. Якорь въ отвѣтвленіи даетъ при 100 вольтахъ поле, перпендикулярное первому, причѣмъ В около 10. Компенсационная катушка, введенная послѣдовательно съ якоремъ въ шунтъ и назначенная для продолженія тренія при малыхъ нагрузкахъ, даетъ В около 3. Магниты якоря даютъ въ плоскостяхъ мѣднаго диска утечку, равную всего около $\frac{1}{300}$ поля постоянныхъ магнитовъ, такъ что дѣйствіемъ ихъ на дискъ можно пренебречь. Такъ какъ поле отъ электромагнитовъ даже при полной нагрузкѣ всего лишь 130, то можно ожидать, что земное поле можетъ имѣть замѣтное вліяніе на ходъ счетчика при малыхъ нагрузкахъ. Счетчикъ былъ испытанъ съ токомъ около 4,6 амперъ при 100 вольтахъ и дѣйствительно найдено было, что въ зависимости отъ положенія въ земномъ полѣ скорость вращенія можетъ мѣняться почти на $3,6\%$. Такъ какъ сопротивление серіесъ-катушекъ = 0,0066 ома, а шунтовой катушки = 2030 омовъ, то полная энергія, потерянная въ счетчикѣ, равна $6,5 + 4,9 = 21,4$ ватта.

Работоспособность двигателя опредѣлена была съ помощью маленькаго пружиннаго динамометра, а также, заставивъ работать двигатель въ качествѣ динамо, и найдена равной 0,02 ватта. Такимъ образомъ, полезное дѣйствіе двигателя равно всего $0,095\%$.

Авторъ даетъ слѣдующую таблицу для изслѣдованныхъ имъ счетчиковъ:

Названіе счетчика.	Дви- жу- щее В.	Тор- мазя- щее В.	Потеря- ная энер- гія. ватт	Полезное дѣйствіе въ %.
Элигу Томсонъ	130	700	21,4	0,095
Гукэмъ (пост. токъ)	—	1020	12,8	0,125
Гукэмъ (перем. токъ)	50	650	3,2	0,024
Шалленбергеръ	100	—	10,4	0,066

Полезное дѣйствіе всѣхъ этихъ счетчиковъ ничтожно, между тѣмъ какъ поглощеніе энергіи довольно значительное и почти все тратится на Джоулево тепло.

А. Г.

Распределение электрической энергіи въ заводахъ и мастерскихъ при помощи одиночнаго привода.

Статья инженера Лаппа*).

1. Двигатели.

Въ виду значительнаго интереса, который представляетъ въ настоящее время вопросъ о наиболѣе экономичномъ и удобномъ способѣ распределения электрической энергіи, мы считаемъ умѣстнымъ познакомить читателей съ принципомъ одиночныхъ приводовъ, который является однимъ изъ болѣе удачныхъ рѣшеній этого вопроса и примѣняется на заводѣ Всеобщей Компаніи Электричества (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft), въ Берлинѣ.

Группированіемъ многихъ паровыхъ машинъ въ одной центральной станціи значительно уменьшаются расходы по ихъ содержанію, требуется меньше прислуги для ухода, облегчается и улучшается надзоръ и представляется возможность при уменьшеніи нагрузки пользоваться лишь одной машиной, присоединяя остальные машины лишь по мѣрѣ возрастанія величинъ работы полезныхъ сопротивленій въ станкахъ. Въ виду возможности любого распределения передачи силъ, достаточны паровыя машины съ меньшей общей мощностью и съ сравнительно небольшимъ запасомъ. То же самое можно сказать и относительно котловъ.

Стремленіе устранить длинныя трансмиссіи съ идущими со зданія въ зданіе, съ этажа на этажъ, приводными канатами и ремнями, съ ихъ поворотными шкивами, вертикальными валами и всѣми другими присущими имъ недостатками, какъ шумъ, грязь, сотрясенія, опасные въ пожарномъ отношеніи деревянные каналы, привело сперва къ примѣненію групповыхъ приводовъ.

Стремленіе къ дальнѣйшему облегченію передачи силъ, уменьшенію частей, работающих въ холостую, болѣе удобнымъ при ремонтѣ и расширеніи мастерскихъ, привело къ дальнѣйшимъ подраздѣленіямъ: группы станковъ съ общей трансмиссіей—групповой приводъ—становились все меньше и меньше, пока, наконецъ, А. Е.-Г. при новой постройкѣ ихъ машиностроительнаго завода не остановилось исключительно на одиночномъ приводѣ съ трехфазнымъ токомъ. Кромѣ выигрыша въ производительности завода, обусловленнаго этимъ нововведеніемъ, получаются еще слѣдующія преимущества: хорошее освѣщеніе и чистота, легкость обзора всей мастерской, расположение, при которомъ исключительно принята во вниманіе правильность хода производства, быстро работающія подъемныя и переносныя средства, благодаря которымъ каждое мѣсто мастерской легко доступно. Благодаря отсутствію передаточныхъ валовъ, получилась болѣе легкая, а потому и болѣе дешевая постройка самого зданія, а уничтоженіемъ холостого хода получился ничтожный расходъ силъ.

Всѣ эти упрощенія и улучшенія удешевляютъ производство, но отнюдь не за счетъ доброкачественности работы.

Важно еще то, что при одиночныхъ приводахъ станки могутъ быть всегда переставлены съ мѣста на мѣсто легко и безъ затратъ, такъ что при измѣненіяхъ въ ходѣ работъ, при возрастаніи работы мастерскихъ новое распределение станковъ можетъ быть совершенно безъ по-

тери времени наиболѣе удобнымъ и выгоднымъ образомъ.

Все изложенное даетъ общія характерныя черты мастерскихъ, снабженныхъ электрическими одиночными приводами и должно возбудить интересъ предусмотрительнаго фабриканта и убѣдить его въ полнѣйшей обоснованности и жизнеспособности указанныхъ нововведеній.

Изъ этого общаго эскиза выберемъ нѣсколько деталей и рассмотримъ ихъ болѣе подробно.

Прежде всего нужно ознакомиться съ двигателемъ, которымъ слѣдуетъ пользоваться при одиночномъ приводѣ, испытать его въ смыслѣ его механическихъ и электрическихъ качествъ при всевозможныхъ условіяхъ его работы, опредѣлить его полезное дѣйствіе, расходы по содержанію и стоимость его и, главнымъ образомъ, убѣдиться въ его полнѣйшей пригодности.

Въ новыхъ мастерскихъ А. Е.-Г., оборудованныхъ по принципу одиночнаго привода, работаютъ болѣе, чѣмъ $2\frac{1}{2}$ года, трехфазные двигатели сначала въ количествѣ 300, теперь—500. За все это время было произведено 39 починокъ; изъ нихъ: 15 случаевъ исправленія погнутыхъ случайно валовъ или замѣны сработавшихся приводныхъ ремней, 20 случаевъ расплавления стержневой якорной обмотки въ двигателяхъ вслѣдствіе продолжительной и слишкомъ высокой перегрузки и 4 случая порчи обмотки.

Эти результаты работы въ продолженіе болѣе 30 мѣсяцевъ, причемъ большинство мастерскихъ и двигателей работало непрерывно, т. е. 6×24 часа въ недѣлю.

Двигатель, давшій такіе сравнительно хорошіе результаты былъ переконструированъ въ трансмиссіонный изъ построеннаго уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ типа нормальнаго трехфазнаго двигателя, съ сохраненіемъ всѣхъ общихъ чертъ. Будучи совершенно открытымъ, этотъ двигатель требовалъ особой защиты отъ опилокъ и стружекъ, которыя, впрочемъ, для трехфазнаго двигателя не представляютъ такой опасности, какъ для двигателя постоянного тока, который вслѣдствіе магнитной утечки притягиваетъ желѣзные части.

При конструированіи двигателя для одиночнаго привода обращено особое вниманіе на защиту и на другія требованія одиночнаго привода въ электрическомъ и механическомъ отношеніяхъ. Его, такъ сказать, бронированная форма защищаетъ вращающуюся его часть отъ внѣшнихъ механическихъ поврежденій и даетъ возможность ставить его въ такихъ мѣстахъ, гдѣ обыкновенно пришлось бы прикрывать его ящикомъ. Двигатель безъ всякихъ затрудненій можетъ быть прикрѣпленъ къ стѣнѣ или къ потолку и вообще ко всѣмъ тѣмъ мѣстамъ, изъ которыхъ данный станокъ удобнѣе всего можетъ быть приведенъ въ дѣйствіе. Двигатели могутъ быть устроены какъ для непосредственнаго соединенія со станкомъ, такъ и для ременной передачи; въ послѣднемъ случаѣ онъ ставится на шинахъ, для болѣе удобной регулировки натяженія ремня; затѣмъ онъ также снабженъ ступенчатымъ шкивомъ, чтобы, безъ всякихъ другихъ промежуточныхъ передачъ, можно было установить различныя скорости станка.

Для удовлетворенія предъявляемымъ часто практикой требованіямъ въ медленно вращающихся валахъ устраиваются промежуточные ременныя или зубчатые передачи, соединенныя съ двигателемъ въ одно цѣлое. Объ этомъ подробнѣе будетъ сказано дальше.

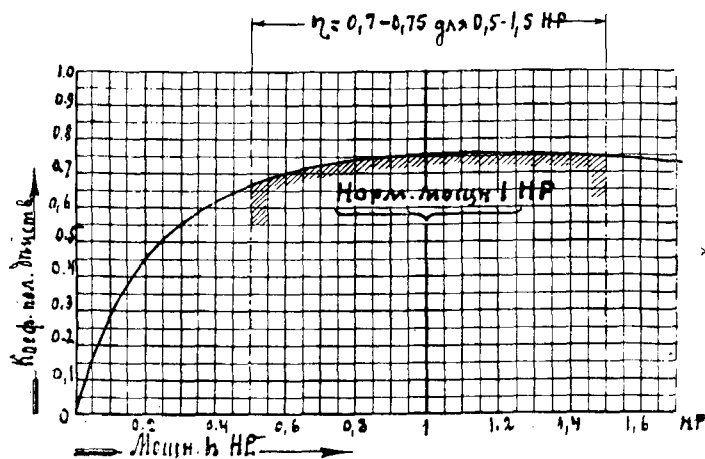
Основное положеніе, состоящее въ томъ, что станокъ совершенно независимъ отъ трансмиссіи и устроенъ съ принятіемъ во вниманіе лишь однихъ требованій производства, и то обстоятельство, что неработающій станокъ не требуетъ никакой работы для холостого хода, такъ какъ двигатель выключенъ, достаточно свидѣтельствуютъ объ экономичности одиночнаго привода.

Вытекающія отсюда преимущества для мастерскихъ были уже приведены и должны быть признаны, какъ очень важныя.

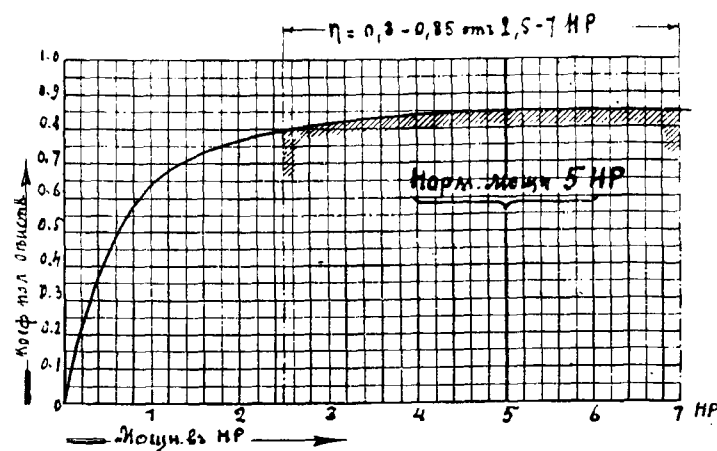
Наравнѣ съ доказанной пригодностью двигателей, отъ нихъ требуется также высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія не только во время полной нагрузки, но и въ предѣлахъ довольно значительныхъ отступленій

*) Изъ доклада въ Verein Deutscher Ingenieure, 1899.

отъ нея въ ту и другую сторону. Кривыя фиг. 3 и 4 показываютъ измѣненія коэффициента полезнаго дѣйствія въ предѣлахъ холостого хода и перегрузки въ 50% для 1 и 5-сильнаго двигателя.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

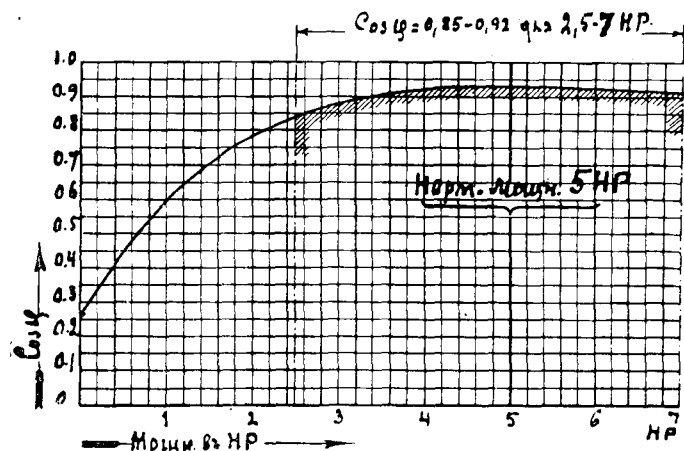
Отсюда видно, что мѣлкіе, будто маленькіе двигатели обладаютъ низкимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія, неосновательно; далѣе изъ кривыхъ видно, что нѣтъ почти никакой разницы въ величинѣ коэффициента полезнаго дѣйствія при работѣ двигателя съ половиной, полной и полutorной нагрузкой; послѣднюю перегрузку двигатели могутъ легко выдержать въ продолженіе $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ часа.

Были примѣры, что двигатели А. Е.-Г. работали мѣсяцами при постоянной двойной нагрузкѣ.

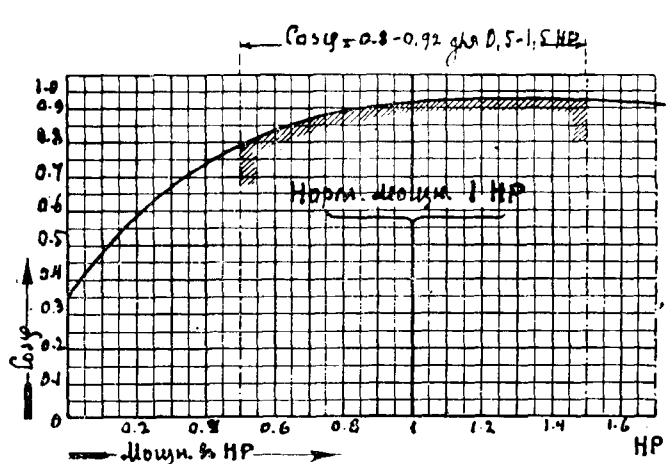
Важность и необходимость этихъ качествъ въ двигателяхъ при одиночномъ приводѣ станковъ тѣмъ болѣе понятными, если обратить вниманіе на то обстоятельство, что на практикѣ они рѣдко работаютъ при нормальной нагрузкѣ, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ невозможно заранее точно опредѣлить расходъ работы въ станкахъ и что во многихъ изъ нихъ расходъ работы мѣняется періодически въ очень широкихъ предѣлахъ.

При групповомъ приводѣ коэффициентъ полезнаго дѣйствія, понятно, наибольшій тогда, когда вся группа станковъ или та часть ихъ, на которую двигатель рассчитанъ, находится въ ходу. Станки, поэтому, группируются такимъ образомъ, чтобы по возможности удовлетворять этому условію. Насколько, однако, затруднительно при постройкѣ завода устроить такъ, чтобы заранее сдѣланныя расположенія совершенно соответствовали дѣйствительнымъ требованіямъ производства, чтобы каждый станокъ вполнѣ соответствовалъ назна-

ченному для него валу, знаетъ всякій, кому приходится имѣть дѣло съ такими работами. Онъ знаетъ также, что означенныя условія очень часто находятся въ совершенномъ противорѣчій съ другими требованіями,



Фиг. 5.



Фиг. 6.

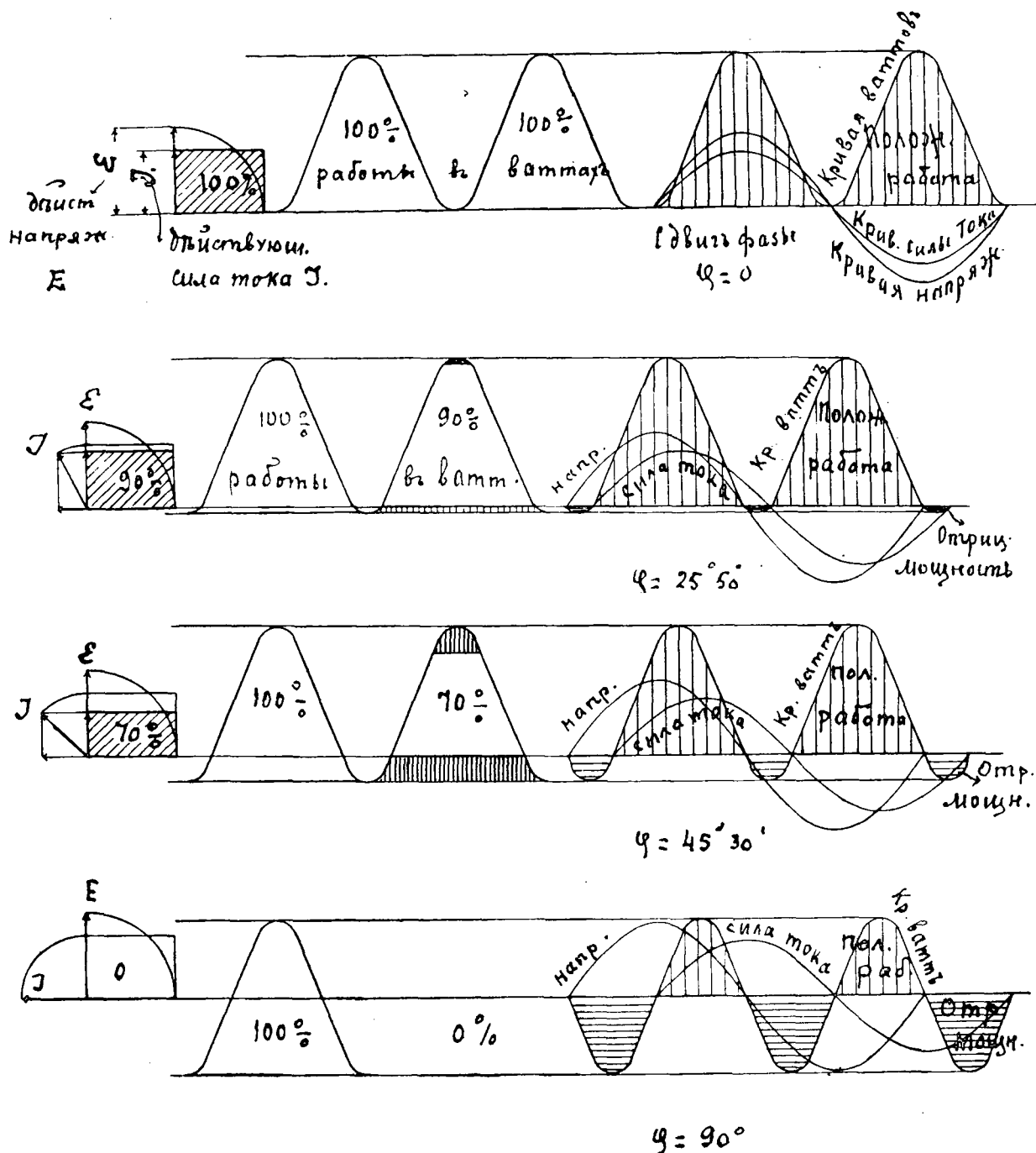
предъявляемыми мастерскимъ цѣлесообразнымъ и дешевымъ производствомъ. Эти противорѣчія еще болѣе обостряются въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ съ теченіемъ времени является надобность въ передѣлкахъ и измѣненіяхъ. Чтобы одинаково удовлетворять всѣмъ требованіямъ, приходится дѣлать уступки въ обѣ стороны; результатомъ получится менѣе выгодная организація мастерскихъ, т. е. не совсѣмъ полная ихъ утилизація съ одной стороны и болѣе низкій коэффициентъ полезнаго дѣйствія группового привода съ другой стороны.

Во многихъ случаяхъ практики групповой приводъ служитъ средствомъ для перехода отъ механической передачи къ электрической, и уже при первыхъ устройствахъ прекраснымъ исходомъ изъ возникшихъ затрудненій являлась возможность снабдить тѣ или другіе станки отдѣльными двигателями. Число „отдѣльных приводовъ“ росло съ числомъ новыхъ станковъ и при тѣхъ или другихъ передѣлкахъ всегда прибѣгали къ нимъ. Дальнѣйшей задачей электротехники было увеличеніе cos φ двигателя, то есть cos угла сдвига между напряженіемъ и силой тока или увеличеніе отношенія дѣйствительно развиваемой двигателемъ работы къ кажущейся. Кривыя фиг. 5 и 6 показываютъ измѣненія cos φ въ упомянутыхъ уже двигателяхъ въ 1 и 5 лш. с. нормальной мощности при измѣненіяхъ нагрузки отъ 0 до полutorной нормальной. Между тѣмъ, какъ въ прежнихъ двигателяхъ мощностью до 5 л. с. cos φ едва достигалъ значенія 0.75 при нормальной нагрузкѣ и быстро па-

далъ при измѣненіи послѣдней, значеніе его при нормальной работѣ теперь выше 0,9 и измѣненіе его такое же, какъ въ кривыхъ коэффициента полезнаго дѣйствія, т. е. онъ остается почти безъ измѣненія въ довольно широкихъ предѣлахъ колебанія нагрузки.

Высокое вліяніе, которое оказываетъ величина $\cos \varphi$ на стоимость устройства и содержанія, пожалуй, не въ

женія въ вольтахъ, при переменномъ токъ это имѣетъ мѣсто только при нагрузкѣ лампами накаливанія или дуговыми или при синхроничныхъ двигателяхъ. Такъ называемая индукціонная нагрузка, прежде всего при синхроничныхъ и индукціонныхъ двигателяхъ такова, что вызываетъ опаздываніе силы тока относительно вызвавшего ее напряженія; расходуемая энергія уже не



Фиг. 7.

достаточной степени извѣстна въ техническихъ кругахъ, не соприкасающихся съ электротехникой, и кажется уместнымъ здѣсь немного подробнѣе коснуться этого вопроса. Въ то время какъ при постоянномъ токъ энергія въ ваттахъ, отданная динамомашиной или поглощенная двигателемъ, представляется въ видѣ произведенія силы тока въ амперахъ и величины напря-

является произведеніемъ дѣйствующихъ напряженія и силы тока: это произведеніе надо еще умножить на $\cos$ угла φ , на который сила тока отстаетъ отъ соответствующаго напряженія. На фиг. 7 синусоиды силы тока и напряженія показываютъ ихъ измѣненія въ продолженіе одного періода при различныхъ значеніяхъ $\cos \varphi$. Перемноженіемъ одновременныхъ значеній силы

тока и напряжения получается кривая ваттовъ. Видно, что съ увеличеніемъ сдвига фазъ значеніе ваттовъ падаетъ и при $\varphi = 90^\circ$ оно становится равнымъ нулю.

Несмотря на то, что при $\cos \varphi < 1$ мощность меньше произведенія значеній силы тока и напряжения, показываемыхъ измѣрительными приборами—кажущейся мощности—потери въ проводахъ (законъ Джоуля) соответствуютъ кажущейся большей мощности, т. е. коэффициентъ полезнаго дѣйствія электрической части устройства становится меньше съ уменьшеніемъ φ .

Для того, чтобы при $\cos \varphi < 1$ достигнуть дѣйствительной мощности, надо снабжать двигатель силою тока большею той, которая соответствуетъ мощности двигателя.

Такимъ образомъ при уменьшеніи значеній $\cos \varphi$ должна увеличиваться мощность первичныхъ генераторовъ и сѣченіе проводовъ. Малое значеніе $\cos \varphi$ имѣетъ поэтому два дурныхъ слѣдствія: во-первыхъ, оно понижаетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія электрической части устройства, вызывая большія потери въ проводахъ, и во-вторыхъ, повышаетъ стоимость устройства вызывая потребность въ болѣе дорогихъ генераторахъ и болѣе дорогой сѣтѣ.

Даже при обстоятельствахъ, наиболѣе благоприятствующихъ дѣйствію старыхъ (групповыхъ) двигателей, т. е. вызывающихъ всегда нагрузку нормальную, значеніе $\cos \varphi$ при новыхъ (одиночныхъ) двигателяхъ больше на 15% противъ прежняго; въ случаяхъ бездѣйствія нѣкоторыхъ станковъ или при слабо нагруженныхъ двигателяхъ разница становится еще болѣе. Если принять во вниманіе, что при 15%-й разницѣ величина динамомашинъ измѣняется приблизительно на 20% и и что провода требуютъ увеличенія поперечнаго сѣченія на 20% при одинаковой потерѣ напряженія и даже на 40% при одинаковой процентной потерѣ въ работѣ, то легко видно то громадное вліяніе, которое оказываютъ двигатели съ большимъ $\cos \varphi$ на стоимость первичной станціи и проводовъ.

Но экономичность установки зависитъ, помимо коэффициента полезнаго дѣйствія двигателей, также и отъ величины затраченнаго на нее капитала; стоимость двигателей должна быть поэтому по возможности понижена. Но это никоимъ образомъ не должно быть достигнуто за счетъ доброкачественности матеріала или тщательности работы. Наоборотъ, въ виду увеличенія требованій, предъявляемыхъ къ двигателямъ, увеличились также и требованія предъявляемыя къ матеріалу и работѣ. Удешевленія можно было достигнуть лишь благодаря тщательно разработанной конструкціи съ принятіемъ во вниманіе цѣлесообразной организаціи производства.

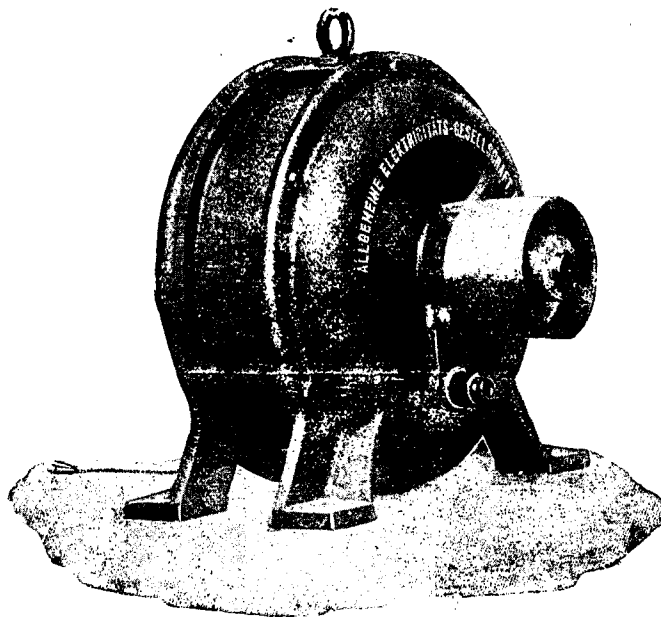
Выработанные такимъ образомъ двигатели выпускаются въ 2-хъ серияхъ: 4-полюсные съ числомъ оборотовъ въ минуту 1440—(модель KD) и 6-полюсные съ числомъ оборотовъ 960 (модель LKD — медленно вращающіеся KD). Нижепомѣщенная таблица даетъ для каждой модели величины ся мощности, коэффициента полезнаго дѣйствія, $\cos \varphi$, вѣса и цѣны.

Относительно приведенныхъ значеній мощности слѣдуетъ сдѣлать нѣкоторыя замѣчанія. Какъ известно, предѣлы мощности электродвигателя очень значительны, и безъ особыхъ поясненій не будетъ понятно, какъ взять тѣ мощности, которыя приведены въ таблицѣ, подъ названіемъ „нормальная мощность“, изъ большого ряда ихъ значеній, заключающихся въ этихъ предѣлахъ. Для двигателей А. Е. Г. эта величина взята, сообразуясь съ различными точками зрѣнія. Двигатели должны развивать означенную мощность не нагреваясь при непрерывномъ ихъ дѣйствіи. нормальная мощность должна дать приблизительно среднія наивыгоднѣйшія значенія для $\cos \varphi$ и η и должна гарантировать тройную безопасность, т. е. двигатель перестаетъ работать только при тройной нагрузкѣ, предполагая напряженіе у зажимовъ нормальнымъ. При самыхъ худшихъ условіяхъ двигателя всегда допускаетъ полторную перегрузку, при болѣе же выгодныхъ условіяхъ, если онъ, на примѣръ, находится въ открытомъ или охлаждаемомъ помѣщеніи и напряженіе вѣншей цѣпи не очень сильно колеб-

лется, онъ можетъ легко выдержать двойную перегрузку. Но такая повышенная мощность, понятно, не гарантируется, въ виду возможныхъ случайныхъ неблагоприятныхъ условій, которыхъ нельзя предусмотрѣть.

Модель.	Нормальная мощность въ НР.	Число обор. въ минуту при норм. мощ. и при 100 перем. въ секунду.	Коэф. полез. дѣйствія въ %.	$\cos \varphi$.	Вѣсъ двигателя (нетто) въ килограм.	Цѣна (при 1 м.=50 к.).
KD ₂	1/8	1.440	56	0,65	30	87,5
KD ₃	1/4		74	0,75	33	100
KD ₅	1/2		75	0,85	43	117,5
KD ₁₀	1		77	0,9	66	150
KD ₁₅	1 1/2		82	0,9	77	167,5
KD ₂₀	2	960	83	0,9	91	187,5
KD ₃₀	3		85	0,9	127	237,5
KD ₅₀	5		85	0,9	150	287,5
LKD ₁₅	1 1/2		80	0,9	149	315
LKD ₂₀	2		80	0,9	200	360
LKD ₃₀	3		81	0,9	240	400
LKD ₅₀	5		83	0,9	275	475

Изъ всего сказаннаго легко усмотрѣть, насколько произвольны и неопредѣленны приводимыя въ прейскурантахъ величины мощности, и поэтому сравненіе послѣднихъ возможно только при критическомъ отношеніи къ нимъ. При паровыхъ машинахъ, на примѣръ, принято давать кромѣ мощности также и размеры цилиндра, такъ что при покупкѣ паровой машины покупатель находится въ меньшей зависимости отъ добро-совѣстности и вѣрности взглядовъ заводчика, чѣмъ



Фиг. 8.

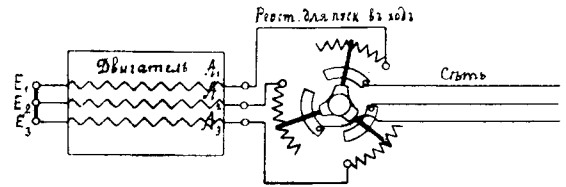
при электродвигателѣ. При сравненіи электродвигателей должны быть приняты во вниманіе допускаемая перегрузка, коэффициентъ полезнаго дѣйствія, $\cos \phi$ и число оборотовъ при различныхъ степеняхъ нагрузки. Всѣмъ вышесказаннымъ образомъ не можетъ служить мѣриломъ, такъ какъ болѣе или менѣе полная утилизація матеріала находится въ совершенной зависимости отъ добросовѣстности и умѣнія конструктора и электротехника.

Остается еще упомянуть о нѣкоторыхъ особенностяхъ электрическихъ свойствахъ электродвигателей, обуславливающихъ ихъ примѣненіе, и объ обстоятельствахъ, влияющихъ на дѣйствіе различныхъ трехфазныхъ двигателей. Это суть условія пуска въ ходъ, начальный моментъ и регулировка числа оборотовъ. Такимъ образомъ возникли трехфазные двигатели съ 1) короткимъ замыканіемъ якорной обмотки, 2а) якоремъ съ трущимися кольцами, 2б) якоремъ съ регулируемыми кольцами и 3) ступенчатымъ якоремъ.

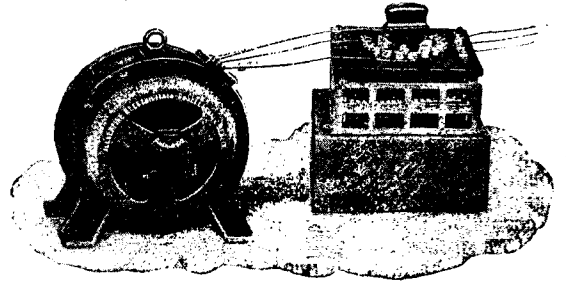
Наиболѣе простымъ по формѣ является двигатель съ короткимъ замыканіемъ обмотки якоря (ротора) (фиг. 8). Въ немъ, кромѣ подшипниковъ, никакая часть не подвергается истиранію; онъ не требуетъ никакого надзора. Для пуска въ ходъ и остановки (при мощности въ 3—5 л. с.) достаточно снабдить его выключательной кнопкой, подобно выключателямъ для лампочекъ накаливанія, или простымъ рычажнымъ выключателемъ (фиг. 9). Начальный моментъ двигателя при пускѣ въ ходъ приблизительно вдвое больше нормальнаго.

Для большинства двигателей, употребляемыхъ при одиночномъ приводѣ, этотъ начальный моментъ достаточенъ и короткое замыканіе якорной обмотки можетъ быть примѣнено. Въ случаѣ электродвигателей съ мощ-

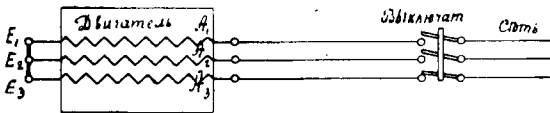
статовъ для пуска въ ходъ ударовъ тока, вызывающихъ сильное мерцаніе лампъ, включенныхъ въ цѣпь. При двигателяхъ съ мощностью болѣе 3 л. с., употреб-



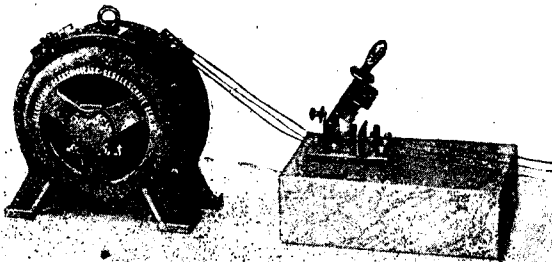
Двигатель съ реостатомъ для пуска въ ходъ, включаемымъ въ обмотку статора; для соединенія звѣздой или треугольникомъ.



Фиг. 11.

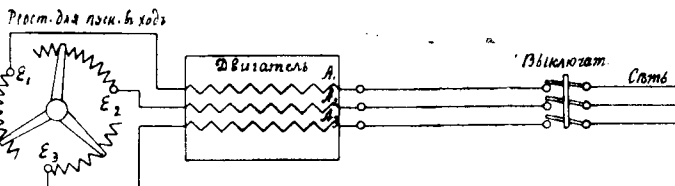


Двигатель съ короткимъ замыкателемъ якорной обмотки безъ реостата для пуска въ ходъ.



Фиг. 9.

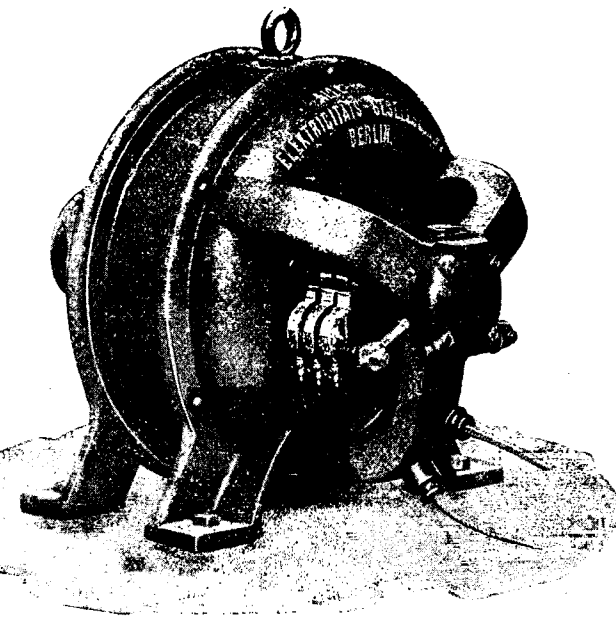
ностью болѣе 5 л. с., въ цѣпь статора включается сопротивление (фиг. 10 и 11), которое при пускѣ въ



Двигатель реостатомъ для пуска въ ходъ, включаемымъ въ обмотку статора, для соединенія звѣздой.

Фиг. 10.

ходъ постепенно выключается съ цѣлью избѣжанія возникающихъ при пользованіи выключателемъ безъ ре-

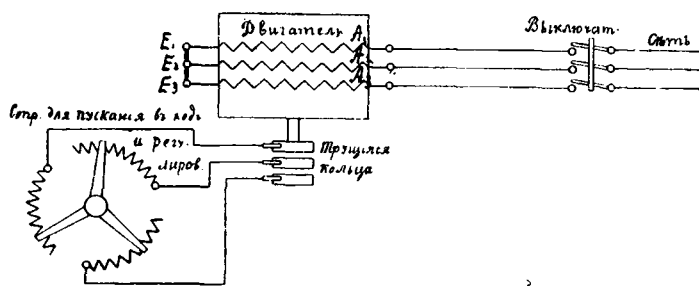


Фиг. 12.

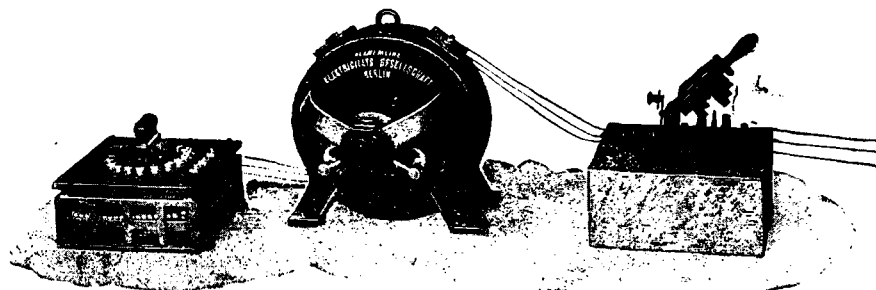
ляемыхъ въ общественныхъ станціяхъ съ общей сѣтью для освѣщенія и передачи силы, такое устройство предписывается. Надо, однако, замѣтить, что введеніе сопротивленія въ обмотку статора отзывается благопріятно только на сѣть, ни чуть не увеличивая начальнаго момента двигателя. Кромѣ того, это средство не совершенно, если хотѣть избѣжать сильнаго расхода тока при пускѣ въ ходъ. Болѣе рациональнымъ средствомъ является включеніе сопротивленія въ обмотку якоря.

Для этого служитъ якорь съ трущимися кольцами (фиг. 12). Въ такомъ случаѣ статоръ включается помощью рычажнаго выключателя безъ реостата (фиг. 13). Регулированіемъ сопротивленія, включеннаго въ якорную обмотку, можетъ быть произвольно продленъ періодъ пуска въ ходъ и устр-

нено всякое изменение силы тока в сѣти. Медленное пусканіе двигателя въ ходъ благоприятно отзывается также и на станкѣ, особенно въ такихъ случаяхъ,



Двигатель съ трущимися якорными кольцами.
Реоостаты для пусканія въ ходъ и регулированія включены въ цѣпь якоря.



Фиг. 13.

когда приводятся въ движеніе значительныя массы и когда, такимъ образомъ, могутъ возникнуть опасныя удары между частями станка. Введеніе сопротивленія въ якорную обмотку можно уподобить замятію зубчатыхъ муфтъ — трущимся. Дальнѣйшее преимущество якоря съ трущимися кольцами состоитъ въ томъ, что, благодаря ему, увеличивается начальный моментъ до тройнаго нормальнаго, такъ что его слѣдуетъ примѣнять всегда, когда двигатель долженъ быть пущенъ въ ходъ при полной нагрузкѣ для одновременнаго преодоленія сопротивленія отъ тренія и силы инерціи.

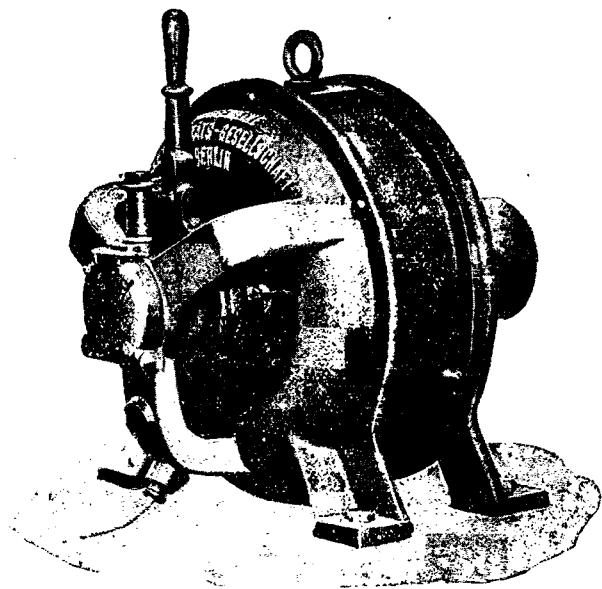
Благодаря сопротивленію въ обмоткѣ якоря, регулированіе числа оборотовъ можетъ быть произведено не только въ періодѣ пусканія въ ходъ, но и во время хода машины, причемъ степень точности регулировки неограничена.

Расходъ тока при пусканіи въ ходъ и регулированіи электродвигателя подобенъ расходу силъ при введеніи въ трансмиссію трущагося сѣвленія. При послѣднемъ измененіе числа оборотовъ достигается скольженіемъ, которое вызываетъ потерю въ видѣ развивающейся теплоты. То же самое происходитъ и въ электродвигателѣ. Вслѣдствіе увеличенія сопротивленія въ цѣпи обмотки якоря происходитъ отставаніе послѣдняго относительно вращающагося поля статора; энергія, поглощаемая регулирующимъ сопротивленіемъ, превращается въ теплоту, которая и здѣсь тоже представляетъ потерю.

Якорь съ трущимися кольцами, какъ видно, даетъ трехфазному двигателю цѣпныя качества, но за то не обладаетъ той простотою и несложностью конструкціи и тоа надежностью, какія имѣютъ мѣсто при якоряхъ съ короткимъ замыканіемъ обмотки. При употребленіи „якоря съ кольцами для пусканія въ ходъ“, послѣдній недостатокъ устраняется. Кольцами пользуются только при пусканіи въ ходъ. Когда двигатель въ полномъ ходу, цѣпи обмотки якоря замыкаютъ „короткимъ замыканіемъ“, щетки отводятся отъ колецъ и, такимъ образомъ, получается якорь съ короткимъ замыканіемъ со всѣми присущими ему достоинствами и безъ трущихся частей.

„Якорь съ регулирующими кольцами“ отличается отъ предыдущаго тѣмъ, что не имѣетъ короткаго замыкателя. Онъ употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда двигатель долженъ быть часто включенъ и выключенъ, и гдѣ, въ виду непродолжительности періодовъ работы двигателя, не стоитъ снабжать его короткимъ замыкателемъ и приспособленіемъ для отведенія щетокъ; также, когда число оборотовъ двигателя должно быть регулировано. Большею частью онъ находитъ примѣненіе при крапахъ, скоропечатныхъ станкахъ и т. п.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ двигателя не требуется особенно значительнаго начальнаго момента, но когда, принимая во вниманіе нагрузку центральной станціи, начальный быстрый ходъ двигателя долженъ быть замедленъ, безъ значительнаго мгновеннаго расхода тока, какое имѣетъ мѣсто при якоряхъ съ короткимъ замыканіемъ, примѣняютъ „ступенчатый якорь“ (фиг. 14). Основная идея та же самая, что и якоря съ кольцами: благодаря тому, что якорная цѣпь представляетъ, при пусканіи въ ходъ, большое сопротивление, черезъ обмотку протекаетъ меньше тока; начальный моментъ якоря увеличивается, а ускореніе уменьшается. Разница состоитъ въ томъ, что въ ступенчатомъ якорѣ сопротивленіе находится въ немъ самомъ и не можетъ быть регулировано. Якорь имѣетъ двѣ отдѣльныя обмотки: одну—большаго сопротивленія, по-

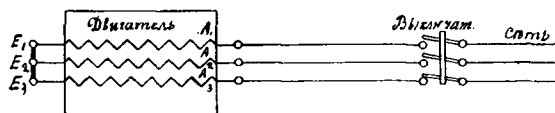


Фиг. 14.

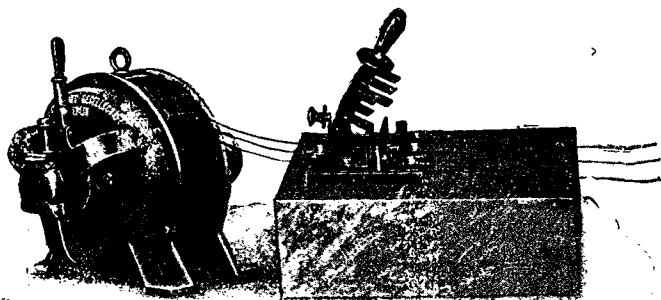
стоянно замкнутую, другую—незначительнаго сопротивленія, которая замыкается короткимъ замыкателемъ. При пусканіи въ ходъ (фиг. 15) послѣдняя замкнута и двигатель вращается при большомъ сопротивленіи обмотки якоря, слѣдовательно, медленно.

Когда число оборотовъ достигаетъ половины нормальнаго, то замыкаютъ и вторую обмотку, двигатель получаетъ свое нормальное число оборотовъ и продолжаетъ работать, какъ двигатель, съ короткимъ замыка-

вѣемъ обмотки якоря. Въ виду того, что сопротивление введено въ самый якорь и, слѣдовательно, не имѣетъ такой большой поверхности охлажденія, какъ обычно-



Двигатель съ ступенчатымъ якоремъ, безъ реостата для пуска и въ ходъ.

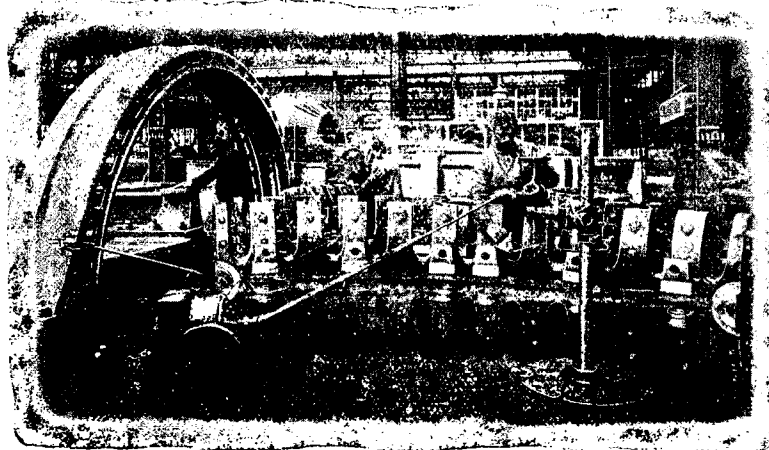


Фиг. 15.

венный реостатъ, двигатель не можетъ быть такъ сильно и такъ продолжительно нагруженъ, т. е. степень допускаемой перегрузки при пускании въ ходъ ограничена. Кроме того, какъ сказано, число оборотовъ не можетъ быть произвольно регулировано; оно можетъ имѣть только два значенія. Зато, благодаря отсутствію колецъ и щетокъ, упрощены устройство двигателя и уходъ за нимъ, понижена его стоимость и нѣтъ надобности въ реостатѣ.

2. Переносные станки.

Легкое и удобное приспособленіе обрабатывающихъ станковъ къ требованіямъ производства представляетъ одно изъ существеннѣйшихъ преимуществъ электрическихъ одиночныхъ приводовъ. Переносные станки начинаютъ находить все болѣе и болѣе возрастающее примѣненіе, особенно при сверленіи и здѣсь также электродвигатель долженъ отвѣчать предъявляемымъ къ нему требованіямъ.

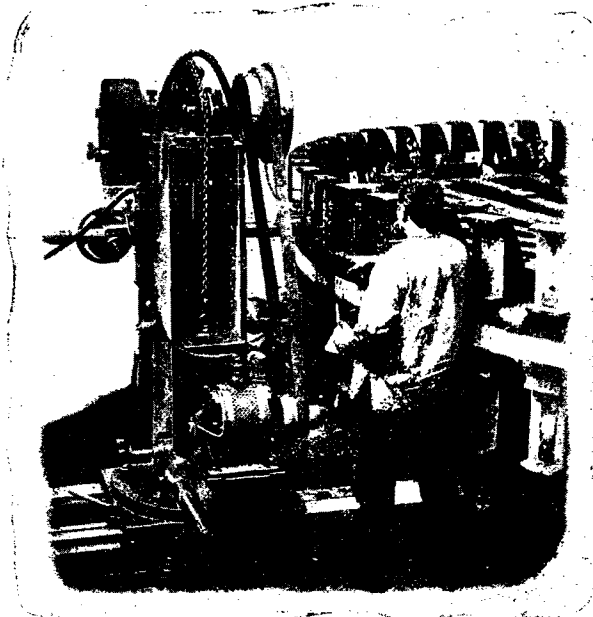


Фиг. 16.

Всеобщій успѣхъ, которымъ пользуются переносные станки, объясняется ихъ удобоподвижностью, значи-

тельно упрощающей ходъ производства (фиг. 16). Переносный станокъ можно уподобить инструменту, съ которымъ легко и удобно обращаться и въ которомъ, вмѣсто физической силы рабочаго, утилизируется сила электродвигателя, почти неограниченная въ своей величинѣ.

Очень часто является желательнымъ избѣгать перемѣненія тяжелыхъ обрабатываемыхъ частей, требующаго много времени и усилій (фиг. 17) и даже особыхъ



Фиг. 17.

приспособленій, особенно, если часть должна быть точно установлена, на что иногда требуется гораздо больше времени, чѣмъ на самую обработку. Это крайне неблагоприятное отношеніе между продолжительностью установки и обработки, устраняется при пользованіи переносными станками, благодаря которымъ возможна обработка разныхъ частей и мѣсть развѣрно установленнаго обрабатываемаго предмета, не снимая его съ установочной доски.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно обойтись безъ правильной и точной установки обрабатываемаго предмета, напримѣръ, когда въ немъ имѣются обработанные поверхности, строганные или фрезерованные, которыми можно воспользоваться для прикрѣпленія переносныхъ станковъ.

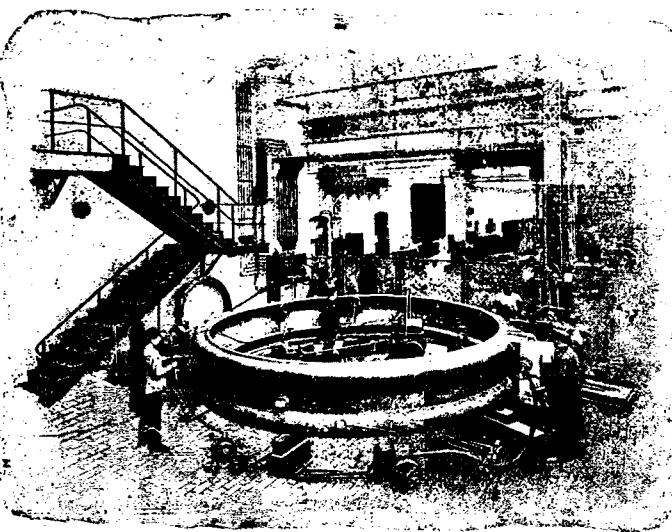
Такъ какъ и болѣе станки могутъ быть устроены переносными, то представляется возможность помощью простыхъ приспособленій достигнуть быстрой и точной обработки. Болѣе значительной экономіи во времени можно достигнуть, если одновременно обрабатывать предметъ въ различныхъ мѣстахъ (фиг. 18 и 19). Въ то время, какъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ просверливаются отверстія, въ другихъ обстраниваются или фрезируются поверхности для головокъ болтовъ.

При пользованіи переносными станками получается значительная экономія въ мѣстѣ. При установкѣ неподвижныхъ станковъ надо оставить около нихъ столько свободного и не занятаго другими станками мѣста, сколько потребуетъ самый большой обрабатываемый предметъ; при обработкѣ же менѣе крупныхъ частей значительная часть этого мѣста

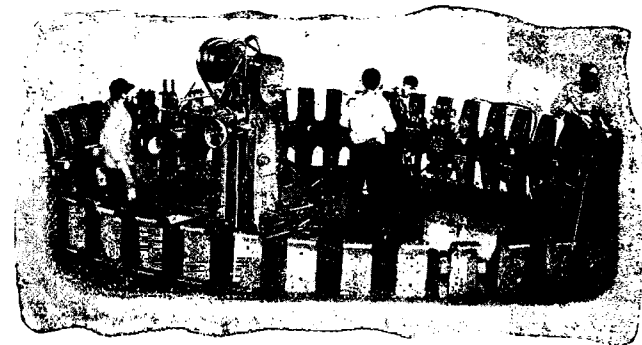
остается не утилизированной. При переносныхъ станкахъ такой бесполезной траты мѣста не происходитъ и, кроме того, значительно сокращается продолжитель-

ность обработки, если пользоваться одновременно различными станками. Таким образом, можно достигнуть

или затруднительно, например, при мостовых работах, сборке больших машин, постройке судов,



Фиг. 18.

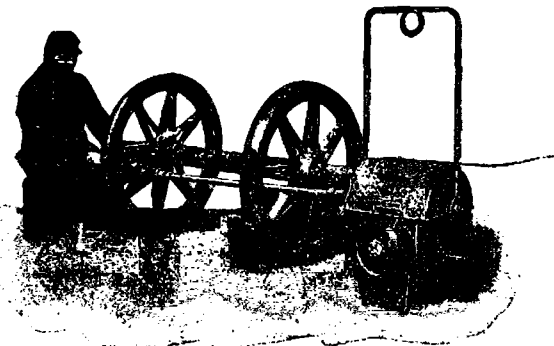


Фиг. 19.

наилучшего использования места, т. е. наибольшей производительности при затрате одной и той же площади за одинаковый промежуток времени.

При пользовании постоянными станками иногда также представляются случаи, что невозможно доставить обрабатываемый предмет к станку, так как для этого пришлось бы прервать другие более важные работы. В таких случаях, а также и в тех, когда вообще передвижение предмета слишком затруднительно, приходится прибегать к дорого стоящей и требующей много времени ручной работе.

Иногда размеры и форма обрабатываемого предмета таковы, что совсем не допускают обработки постоянными станками (фиг. 20 и 21). Точно также невозможно пользование постоянными станками при обработке предметов, перемещение которых невозможно



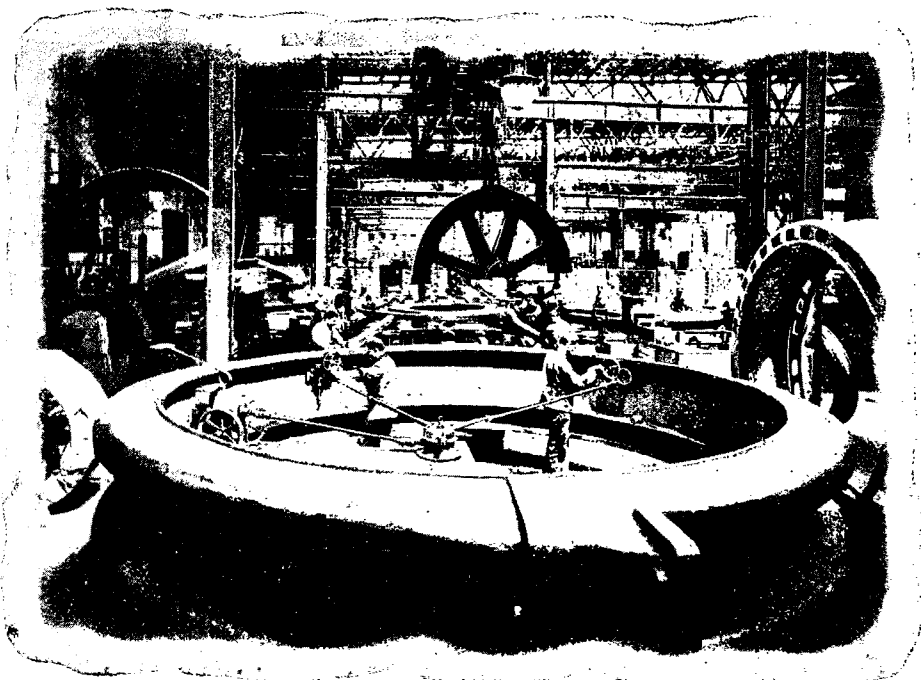
Фиг. 20.

строить и т. п. железных конструкций. Во всех таких случаях приходилось прибегать к ручной работе. Теперь, благодаря переносным станкам с электрической передачей, эти работы значительно облегчаются и удешевляются, особенно там, где уже имеются электрические станции с избытком, служащие для освещения или передачи силы.

Иногда при массовом производстве представляется более выгодным и удобным пользоваться переносными станками даже при обработке предметов не особенно тяжелых и громоздких. Укажем хотя бы только на просверливание дыр для прикрепления табличек с надписью (фирмы и т. п.) (фиг. 22).

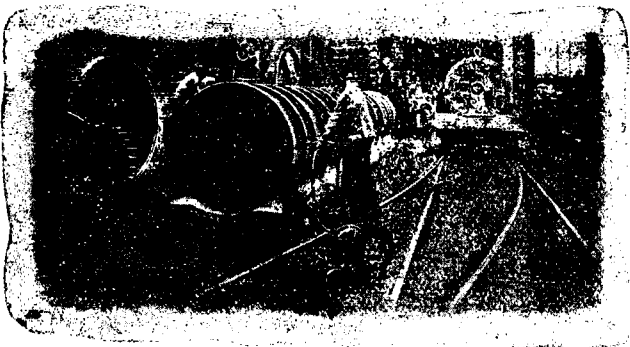
Нельзя не упомянуть о преимуществах переносных станков с электрической передачей в мастерских, в которых эти станки работают сравнительно редко и где, следовательно, нет расчета ставить постоянные станки. Например, в литейных мастерских, где обыкновенно обработка не производится, иногда требуется просверливание дыр или другая предварительная обработка отливок. В таких случаях переносный станок с двигателем, включенным в сеть электрического освещения, является как нельзя более кстати.

Гибкая ось или вал с шарнирами Гука служить



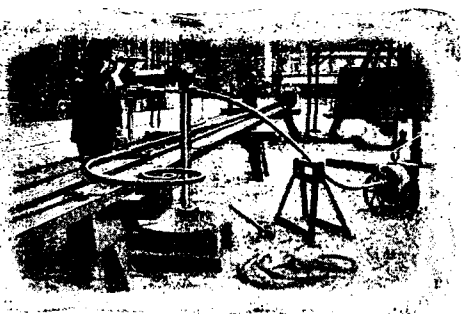
Фиг. 21.

для передачи вращения от оси двигателя к станку (фиг. 23).



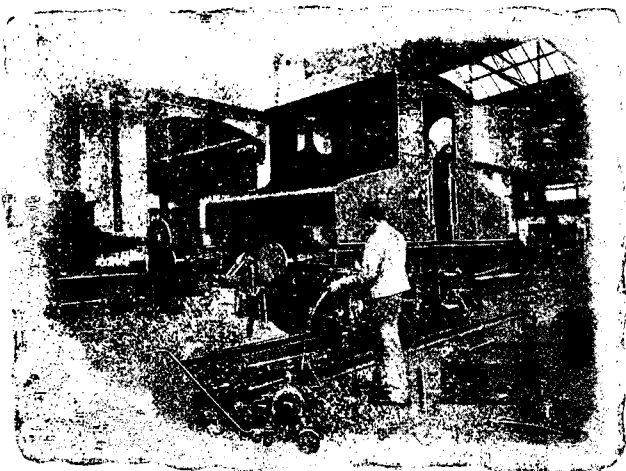
Фиг. 22.

Далѣ, переносные станки съ успѣхомъ примѣняются для работъ, не требующихъ особенной точности, напр.



Фиг. 23.

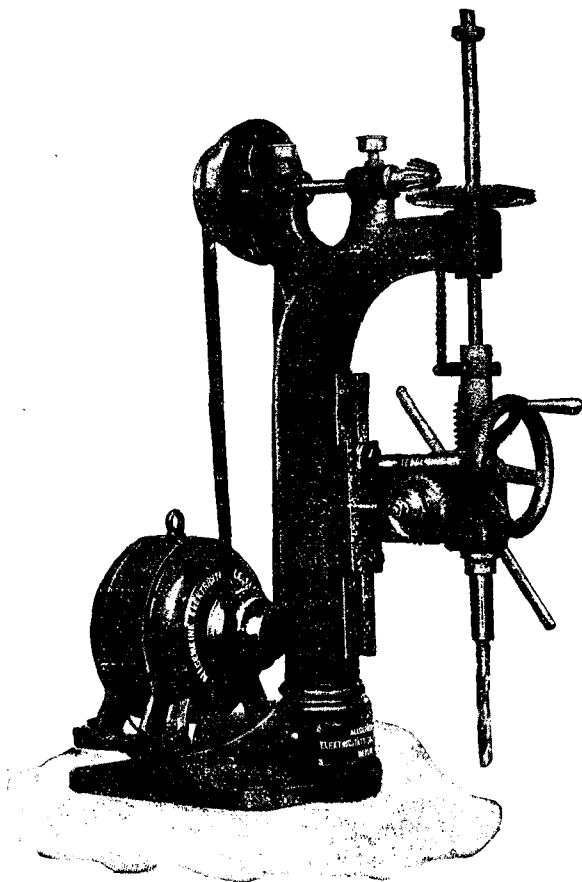
при чисткѣ, шлифовкѣ (заклепокъ) и т. п. (фиг. 24), или при просверливаніи отверстій для болтовъ и заклепокъ, гдѣ иногда играетъ первую роль не точность, а удобство производства работъ.



Фиг. 24.

Съ цѣлью выдвинуть вопросъ о переносныхъ станкахъ и тѣмъ способствовать скорѣйшему преодолѣнію косности какъ производителей, такъ и потребителей, А. Е.-Г. выработало нѣсколько типовъ небольшихъ переносныхъ сверлильныхъ станковъ, разностороннее и успѣшное примѣненіе которыхъ оправды-

вается многолѣтнимъ опытомъ. Построенные А. Е.-Г. переносные сверлильные станки двоякаго рода: одни изъ нихъ—универсальные—служатъ для сверленія въ любомъ направленіи, и въ нихъ двигатель отдѣленъ отъ станка. Другіе служатъ для сверленія только въ вертикальномъ направленіи, и станокъ (фиг. 25) и дви-



Фиг. 25.

гатель собраны на одной общей переносной станинѣ. При обработкѣ неудобоперемѣщаемыхъ предметовъ, при установочныхъ и ремонтныхъ работахъ выгодно пользоваться первыми, при массовомъ производствѣ—вторыми.

Изъ всего сказаннаго видно, что, благодаря переноснымъ станкамъ, получается лучшая утилизациа времени и мѣста и большая интенсивность производства. Сообразуясь съ этимъ, А. Е.-Г. даетъ на своихъ заводахъ обширѣйшее примѣненіе переноснымъ станкамъ и идетъ все далѣе и далѣе въ этомъ направленіи.

3. Зубчатая передача.

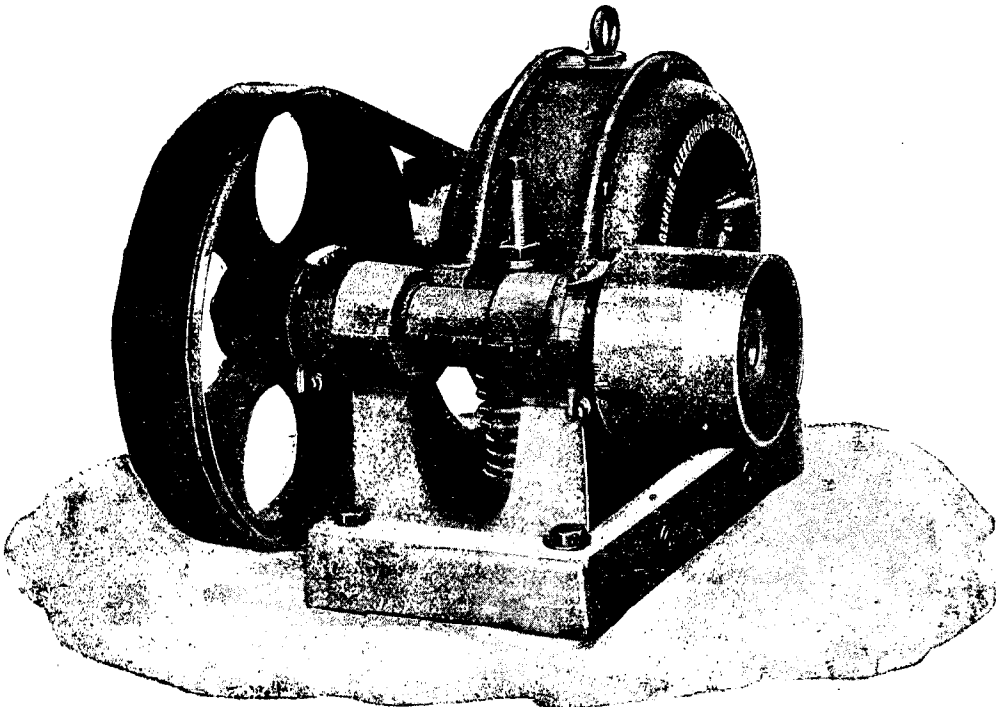
Небольшое число оборотовъ и невысокая цѣна—вотъ требованія, наиболѣе часто предъявляемые покупателемъ къ электродвигателямъ. Стремясь удовлетворить этимъ требованіямъ, электротехники и конструкторы, однако, не должны упускать изъ виду и другихъ качествъ, которыми долженъ обладать двигатель: высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія, компактность, обеспеченный непрерывный ходъ и т. п.

Одна изъ отличительныхъ особенностей электродвигателя—это его сравнительно быстрый ходъ, вызывающій въ большинствѣ случаевъ необходимость въ одной или двойной передачѣ. Можно, конечно, строить и медленно вращающіеся электродвигатели; но въ виду того, что мощность ихъ пропорціональна числу оборотовъ и діаметру, съ уменьшеніемъ числа оборотовъ

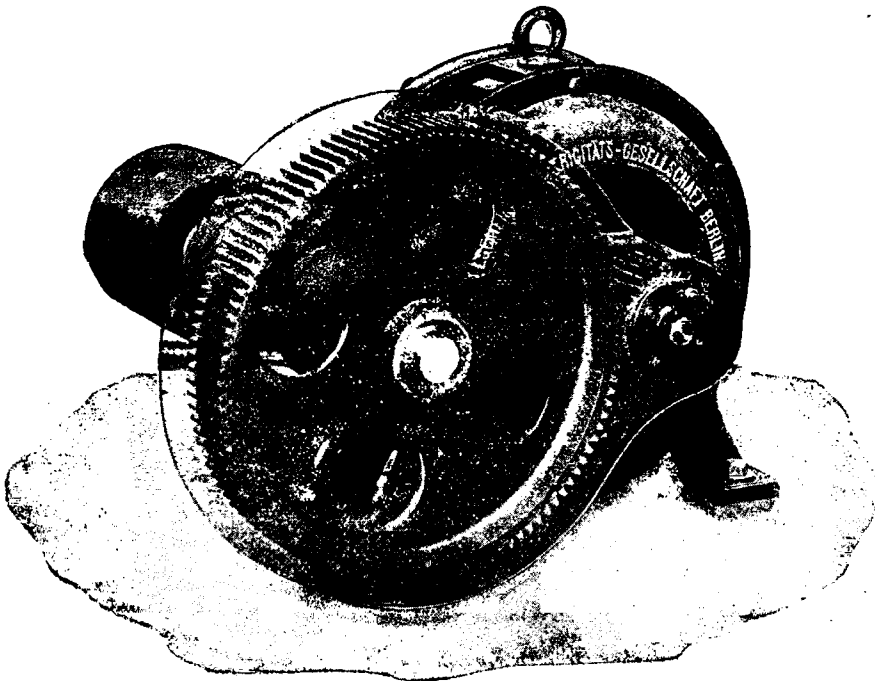
увеличился бы диаметр. А это, въ свою очередь, вызвало бы увеличеніе размѣровъ всѣхъ частей, вѣса, а слѣдовательно и стоимости.

Для того, чтобы дать потребителю двигатель съ медленно вращающимся валомъ, компактной формы и невысокой стоимости, А. Е.-Г. строитъ двигатели, въ ко-

передачей. Его коэффициентъ полезнаго дѣйствія—0,92 (при зубчатой передачѣ 0,95 — 0,96); передаточное число $= 1:2^{1/2}$, слѣдовательно, при числѣ оборотовъ якоря въ 960 получается число оборотовъ въ 384. На фиг. 27 изображенъ двигатель съ зубчатой передачей въ 5 л. с.



Фиг. 26.



Фиг. 27.

торыхъ первая зубчатая или ременная передача (фиг. 26 и 27) составляетъ одно органическое цѣлое съ двигателемъ и которые при наилучшемъ коэффициентѣ полезнаго дѣйствія даютъ наибольшую экономію въ мѣстѣ.

На фиг. 26 изображенъ такой двигатель съ ременной

Зубчатая передача такъ же стара, какъ и само машиностроеніе, и при скорости зубцовъ до 3 м. получаются хорошіе результаты. При значительныхъ скоростяхъ въ 10—12 м. становится затруднительнымъ достигнуть тихаго, безшумнаго хода, особенно съ возрастаніемъ передаваемой работы.

нитномъ полѣ привело къ слѣдующимъ результатамъ: 1) Измѣненіе термоэлектрической силы висмута и его сплавовъ подъ вліяніемъ магнитизма растетъ непрерывно вмѣстѣ съ увеличеніемъ поля. 2) Величина измѣненія замѣтно зависитъ отъ того, нарастало ли послѣдовательно магнитное поле въ теченіе опытовъ, или наоборотъ ослаблялось. 3) Подъ вліяніемъ поля данной силы измѣненіе термоэлектрической способности уменьшается отъ чистаго висмута до сплава съ 0,113% олова, мѣняая знакъ при процентномъ содержаніи между 0,056% и 0,112%. Затѣмъ измѣненіе растетъ до сплава съ содержаніемъ въ 2% олова, мѣняая знакъ между 0,237% и 2%. Въ третій разъ величина измѣненія мѣняетъ знакъ при 80—83% олова. 4) Процентныя содержанія олова, при которыхъ получается перемена знака измѣненія термоэлектрической способности, какъ разъ тѣ же самыя, при которыхъ мѣняется знакъ электродвижущей силы и въ магнитнаго поля. Результаты Гримальди такимъ образомъ объясняются.

(G. Spadavecchia, Il Nuovo Cimento, ser. IV, т. IX, 432—446, 1899).

Измѣренія электрическихъ величинъ. Современная физика стремится свести всѣ входящія въ кругъ ея изслѣдованій единицы величинъ къ единицамъ массы, длины и времени. Въ ученіи о теплотѣ и свѣтѣ такое приведеніе еще не выполнено, но, повидимому, оно окончательно выведено для единицъ электрическихъ и магнитныхъ. К. Шреберъ доказываетъ, однако, что наши выводы электрическихъ и магнитныхъ единицъ изъ основныхъ единицъ массы, длины и времени содержатъ произвольныя допущенія, и что, не вводя такихъ допущеній, мы не можемъ даже образовать системы такихъ единицъ изъ однихъ единицъ массы, длины и времени. Дѣйствительно, въ основаніи упомянутыхъ выводовъ лежатъ четыре основныхъ закона ponderomotorныхъ дѣйствій электрическихъ и магнитныхъ силъ, именно два закона Кулона, законъ электродинамическихъ и законъ электромагнитныхъ дѣйствій.

$$\begin{aligned}(1) \dots\dots K &= \alpha \frac{\mu \cdot \mu'}{r^2}; \\(2) \dots\dots K &= \beta \frac{e \cdot e'}{r^2}; \\(3) \dots\dots K &= \gamma \frac{i \cdot i' \cdot dl \cdot dl'}{r^2}; \\(4) \dots\dots K &= \delta \frac{\mu \cdot idl}{r^2}.\end{aligned}$$

Здѣсь K вездѣ есть сила, α , β , γ и δ —коэффициенты, остальные буквы понятны; въ послѣднія двѣ формулы (3) и (4) входятъ еще тригонометрическія функціи, зависящія отъ взаимнаго положенія взаимодействующихъ частей, но авторъ для простоты выбираетъ положеніе послѣднихъ таковымъ, чтобы эти функціи равнялись единицѣ. Если присоединить къ этимъ законамъ еще

опредѣленіе (5) $i = \frac{e}{t}$, то вмѣстѣ эти 5 равенствъ дають:

$$\begin{aligned}(I) \dots\dots \mu &= r \sqrt{\frac{K}{\alpha}}; \\(II) \dots\dots e &= r \sqrt{\frac{K}{\beta}}; \\(III) \dots\dots i &= \frac{r}{t} \sqrt{\frac{K}{\beta}}.\end{aligned}$$

Опредѣляя изъ (3) величину i и сравнивая съ (III) получаемъ

$$(a) \dots\dots \beta = \gamma v^2,$$

гдѣ v есть скорость ($v = \frac{r}{t}$).

Перемноживъ (I) и (III) и сравнивъ полученное μi съ величиной μi изъ (II), получимъ

$$(b) \dots\dots \alpha \gamma = \delta^2.$$

Такимъ образомъ, для опредѣленія четырехъ величинъ α , β , γ , δ , имѣется всего два уравненія (a) и (b), изъ которыхъ опредѣленіе четырехъ величинъ является математической невозможностью.

Какимъ же образомъ создались наши единицы вольтъ, амперъ и т. д.? Дѣло въ томъ, что мы незамѣтно для насъ дополняемъ (a) и (b) еще двумя произвольными равенствами, и въ зависимости отъ выбора этихъ двухъ равенствъ получаемъ ту или другую систему единицъ. Возьмемъ созданную нами зависимость

$$\delta \cdot i \cdot f = \alpha m$$

(замѣна замкнутой цѣпи магнитнымъ листкомъ), въ которой i —сила тока, f —площадь, m —моментъ листка и положимъ

$$(c_1) \dots\dots \alpha = \delta, \quad (d_1) \dots\dots \alpha = 1,$$

тогда

$$\alpha = 1, \quad \beta = v^2, \quad \gamma = 1, \quad \delta = 1;$$

это наша электромагнитная система единицъ.

Положивъ

$$(c_2) \dots\dots \beta = 1 \quad \text{и} \quad (d_2) \dots\dots \delta = 1,$$

получимъ

$$\alpha = v^2, \quad \beta = 1, \quad \gamma = \frac{1}{v^2}, \quad \delta = 1,$$

т. е. электростатическую систему единицъ Максвелла.

Точно такимъ же соотвѣтственнымъ выборомъ двухъ произвольно принятыхъ допущеній, мы приходимъ къ системѣ единицъ Клаузіуса ($\alpha = \delta$, $\beta = 1$) и Гельмгольца ($\alpha = 1$, $\beta = 1$).

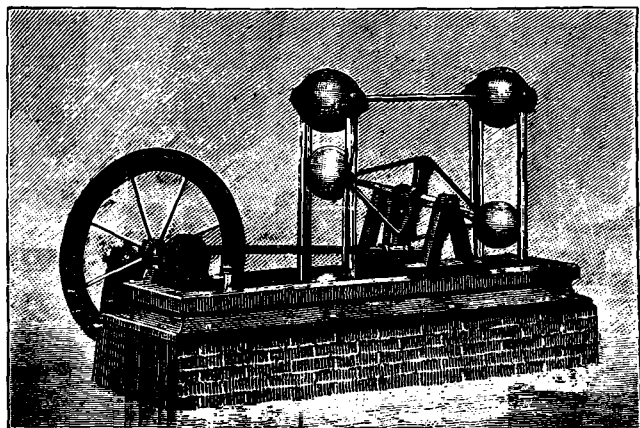
Авторъ показываетъ дальше, что, выбравъ другія произвольныя два равенства, мы можемъ притти тѣмъ же путемъ къ новымъ системамъ единицъ, изъ которыхъ нѣкоторыя даже просто абсурдны, такъ какъ приводятъ, напримѣръ, къ μ —см. или къ e —секунда. По-настоящему, что на практическую примѣнимость нашихъ единицъ,—ампера, вольтъ и т. д., эти разоблаченія Шребера никакого вліянія имѣть не могутъ.

(K. Schreiber, Wied. Ann., 68, 607—614, 1899).

А. Г.

ОБЗОРЪ

Интересные электростатическіе двигатели. Любитель, занимающійся статическимъ электричествомъ и имѣющій въ своемъ распоряженіи хорошую машину, можетъ получить много удовольствія, устройвъ



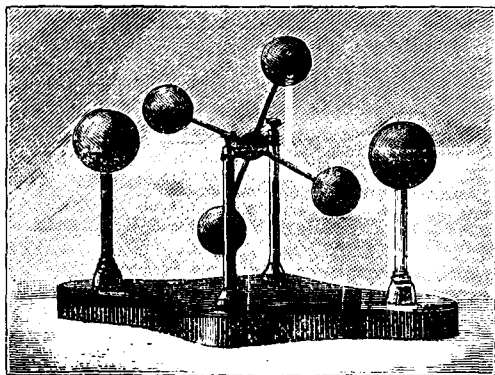
Фиг. 28.

слѣдующіе приборы, при помощи которыхъ наглядно демонстрируется прямое превращеніе электрической энергіи въ механическую. Первый изъ этихъ приборовъ, показывающихъ также притяженіе и отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ (фиг. 28), есть небольшой горизонтальный двигатель, приводимый въ дѣйствіе стати-

ческимъ электричествомъ. На концахъ качающагося на горизонтальной оси коромысла изъ эбонита насажены два деревянныхъ шара, поверхность которыхъ для проводимости покрыта тонкимъ слоемъ золота. Эти шары ходятъ вверхъ и внизъ подъ неподвижными верхними и нижними шарами изъ латуни. Верхняя пара шаровъ, находящаяся между собою въ металлическомъ соединеніи, поддерживается двумя парами стеклянныхъ стоекъ и соединена съ однимъ кондукторомъ статической машины. Нижние шары, которые не изолированы, даютъ соединеніе съ землей чрезъ станину машины. Когда верхние шары зарядятся электричествомъ отъ статической машины, ихъ притягивающее вліяніе заставляетъ ближайшій изъ шаровъ коромысла еще болѣе приблизиться. Между ними проскакиваетъ искра и шаръ немедленно отталкивается внизъ къ одному изъ соединенныхъ съ землею нижнихъ шаровъ, которые немедленно и разряжаютъ его. Такъ какъ двигатели шары раздѣлены между собою непроводникомъ, то они дѣйствуютъ независимо другъ отъ друга, и въ то время, какъ одинъ притягивается, другой отталкивается. Это колебательное движеніе при помощи патуна и кривошипа передается валу, на которомъ насажено маховое колесо.

Такъ какъ притягательная и отталкивательная сила наэлектризованныхъ статически тѣлъ весьма незначительна, то для дѣйствія машины необходимо, чтобы она была сдѣлана какъ можно легче и тщательнѣе. подвижные шары, около полдюйма въ діаметрѣ, дѣлаются полыми съ очень тонкими стѣнками. Маховое колесо дѣлается изъ лакированного дерева и валъ, на который оно насажено, ходитъ въ тщательно сдѣланныхъ подшипникахъ, такъ же какъ и коромысло. Эта маленькая машина весьма красива и вращается съ большою скоростью, такъ что наблюдая ее во время дѣйствія, можно подумать, что она даетъ большую силу; но это обманчиво, потому что, чтобы ее остановить, достаточно слегка прижать къ ея маховому колесу легкій листъ картона.

Фиг. 29 представляетъ изъ себя еще болѣе простой двигатель.



Фиг. 29.

На горизонтальномъ валу, заостренные концы котораго проходятъ въ подшипники двухъ латунныхъ стоекъ, насажены четыре гуттаперчевыхъ стержня, на концахъ которыхъ прикрѣплены шары изъ полированного дерева.

Очень близко отъ вращающихся шаровъ помѣщены два шара большаго діаметра изъ полированной мѣди, которые поддерживаются стеклянными стойками и соединяются последовательно съ противоположными полюсами статической машины. При пропусканіи тока, притяженіе и отталкиваніе между шарами заставляютъ быстро вращаться валъ машины. Благодаря постоянному вращательному дѣйствію, этотъ двигатель гораздо сильнѣе перваго. Оба эти двигателя представляютъ замѣчательное доказательство прямого превращенія электрической энергіи въ механическую.

(The Electrical Review, № 1161).

Исслѣдованія надъ сталью для магнитовъ.—Необходимымъ и достаточнымъ условіемъ для того, чтобы литая сталь могла служить постояннымъ магнитомъ, является то ограниченіе, чтобы ея точки преобразованія были приведены или помѣщались ниже 350° и выше самой низкой температуры, которой будетъ подвергнутъ металлъ. Это условіе можетъ быть выполнено двумя способами: 1) закалкой — для стали съ углероднымъ основаніемъ; 2) прибавленіемъ, въ достаточной степени, различныхъ постороннихъ тѣлъ (марганецъ, никкель, хромъ, вольфрамъ), которые—сами по себѣ или дѣйствиемъ на углеродъ — значительно понижаютъ, во время медленнаго охлажденія съ высокой температуры, точки преобразованія желѣза.

Сталь для магнитовъ, обязанная своими свойствами закалки, была предметомъ обстоятельной работы г-жи Кюри.

Сталь второй группы менѣе изучена. Группа эта въ работѣ Кюри представлена типомъ съ 7,70 вольфрама; но эта группа заключаетъ точно также и сталь съ 10—25 никкеля, 3,5—7,5 марганца, 5—15 хрома, однимъ словомъ, всѣ виды стали, которые принимаютъ свойства, аналогичная закаленной стали, и которые, поэтому, называютъ по англійски self-hardening (самозакаленные), а по-французски quasi-trempés (ложнозакаленные). Какъ и закаленная сталь, сталь quasi-trempé бываетъ мягкой и твердой: твердой, когда сталь охлаждаютъ, начиная съ температуры, высшей точекъ преобразованія; сталь эту смягчаютъ, отпуская ее ниже этихъ точекъ преобразованія. Изученіе такого металла будетъ содержать двойное исслѣдованіе: обработки, дающей лучшія магнитныя свойства, и отжиганія стали. Но способы отжиганія уже хорошо извѣстны, и остается для исслѣдованія только обработка ея для магнитовъ.

Исслѣдованные образцы, изъ коллекціи Гадфильда, имѣли приблизительно слѣдующій составъ и размѣры:

	C	Mn	Ni	Вѣсъ въ грам.	Длина въ мм.
1 . . .	0,23	0,93	15,48	10,670	36,7
2 . . .	0,19	0,93	19,64	11,285	38,5
3 . . .	0,16	1,00	24,51	12,345	37,6
4 . . .	0,45	4,00	—	11,135	39,2
5 . . .	0,32	5,67	—	11,754	39,2
6 . . .	0,46	7,80	—	11,616	39,6

Каждый изъ этихъ образцовъ былъ закаленъ нагрѣваніемъ выше точекъ преобразованія и охлажденіемъ до соответствующей температуры и затѣмъ подвергся ряду отжиговъ при возрастающихъ температурахъ. После каждой операции и возврата къ начальной температурѣ, образцы были испытываемы наплкомъ, намагниченнымъ на электромагнитѣ, работающемъ отъ тока въ 5,5 ампера и помѣщаемомъ въ постоянное положеніе передъ отражательнымъ магнетометромъ. Результаты магнитныхъ опытовъ представлены въ ниже слѣдующихъ таблицахъ.

Никкелевая сталь.

15,48 Ni			19,64 Ni		
t	d	d'	t	d	d'
837 . . .	132,0	118,5	837 . . .	121,0	106,0
770 . . .	141,0	126,5	770 . . .	126,6	114,5
710 . . .	146,0	127,9	710 . . .	131,5	118,5
634 . . .	155,9	—	634 . . .	169,0	—
105 . . .	154,8	152,0	105 . . .	168,0	163,7
214 . . .	139,3	138,9	214 . . .	150,9	150,0
303 . . .	123,7	123,3	303 . . .	132,3	132,5
370 . . .	98,1	98,0	370 . . .	104,9	104,9
415 . . .	78,0	78,0	415 . . .	82,9	82,9
475 . . .	64,0	64,0	475 . . .	72,1	72,1
514 . . .	64,8	64,5	514 . . .	78,4	78,0
565 . . .	149,0	136,0	565 . . .	181,0	171,0
603 . . .	164,0	149,8	603 . . .	175,0	165,5

Марганцевая сталь.

4,00 Mn			5,67 Mn		
t	d	d'	t	d	d'
755 . . .	161,8	142,2	755 . . .	148,7	148,1
—190 . . .	182,9	166,1	125 . . .	138,0	136,0
125 . . .	164,3	162,5	355 . . .	135,0	123,2
355 . . .	70,3	69,1	594 . . .	165,0	153,5
594 . . .	95,5	93,5			

Никкелевая.

Марганцевая.

24,51 Ni			7,80 Mn		
t	d	d'	t	d	d'
842 . . .	112,0	110,7	750 . . .	1,2	—
723 . . .	124,6	123,0	—190 . . .	151,9	144,0
158 . . .	115,1	114,8	157 . . .	163,2	163,2
225 . . .	92,8	92,1	315 . . .	177,0	176,4
399 . . .	62,9	62,9	479 . . .	182,9	182,0
454 . . .	61,8	61,2	618 . . .	217,5	214,8
513 . . .	79,9	79,4	—190 . . .	234,9	220,4
585 . . .	152,7	151,1	534 . . .	205,9	205,9
648 . . .	152,0	151,0	—190 . . .	210,0	209,4
			—534 . . .	204,8	204,0

Ряды t указывают температуры последовательных нагреваний; ряды d и d' заключают резкие отклонения, прочтенные на шкалах, помещенной перед магнетометром на расстоянии одного метра, немедленно после намагничивания и спустя 15 минут.

Какъ выводъ изъ сравненій, однородный стальной брусокъ обыкновенныхъ качествъ для магнитовъ (0,71 С; 0,73 Mn; 3,47 W; вѣс.—11,512 гр.; длина—39,5 мм.), закаленный вишневокраснымъ въ водѣ, далъ отклоненіе 197,1 мм., уменьшившееся чрезъ 15 минутъ до 191,0 мм.

Между изученными новыми видами стали многие подходятъ къ этой группѣ, и одинъ представляетъ резкое исключеніе, по крайней мѣрѣ, въ условіяхъ опытовъ.

Никкелевые стали и сталь съ 4,00 Mn представляютъ минимумъ остаточнаго магнетизма, который совпадаетъ практически съ минимумомъ продолжительности. Для одного изъ этихъ металловъ формула приготовления будетъ слѣдующая: 1) отжечь, послѣковки, нѣсколько ниже точекъ преобразования; 2) выровнить; 3) нагрѣть тоже выше точекъ преобразования для полученія максимума магнитной напряженности, и 4) отжечь къ 100° для устойчивости намагничиванія.

Сталь съ 5,67 Mn представляетъ ту особенность, что минимумъ магнитной напряженности мало замѣтенъ: въ мягкомъ состояніи эта сталь не даетъ постоянныхъ магнитовъ.

Сталь съ 7,80 Mn, охлажденная два раза въ жидкомъ воздухѣ и отожженная темнокрасной послѣ каждого охлажденія, даетъ замѣчательные магниты, но ее нельзя много отжигать.

Выгода этихъ „ложнозакаленныхъ“ типовъ стали для производства магнитовъ зависитъ отъ тѣхъ двухъ обстоятельствъ, что избѣгается закалка и что магнитныя свойства одинаковы по всей массѣ. Эти свойства заслуживаютъ особаго вниманія физиковъ.

(L'Électricien, № 446).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Сборникъ статей въ помощь самообразованію по математикѣ, физикѣ, химіи и астрономіи, составленныхъ кружкомъ преподавателей. Выпускъ III (съ 7 портретами и 57 чертежами) и выпускъ IV (съ 5 портретами и 73 чертежами). Москва. 1898. Цѣна каждаго выпуска 1 р. 20 к.

Въ концѣ прошлаго года закончилось печатаніе Сборника статей въ помощь самообразованію, полное заглавіе котораго помѣщено выше. Въ свое время на страницахъ нашего журнала *) были помѣщены замѣтки о первыхъ двухъ выпускахъ Сборника, посвященныхъ математикѣ и физикѣ. Послѣдніе два выпуска (III и IV) содержатъ статьи—первый по химіи, второй по астрономіи.

Статей по химіи всего одиннадцать, между ними весьма интересныя статьи проф. Реформатскаго касающіяся исторіи химіи, основныхъ принциповъ современной химіи, а также систематикіи химическихъ элементовъ. Въ послѣдней статьѣ очень ясно и просто изложена знаменитая періодическая система Д. Менделѣева, о которой стали опять много говорить послѣ послѣднихъ открытій новыхъ химическихъ элементовъ. Остальныя статьи, трактующія о воздухѣ, водѣ, углеродѣ и его соединеніяхъ, химіи земной коры и др. тоже читаются съ большимъ интересомъ. Къ книгѣ приложены портреты знаменитыхъ химиковъ, между прочимъ интересный портретъ Д. И. Менделѣева.

Въ четвертомъ выпускѣ помѣщены четырнадцать статей по астрономіи и пять портретовъ астрономовъ, игравшихъ наиболѣе видную роль въ исторіи развитія этой науки. Очень интересныя статьи по исторіи астрономіи, статья объ астрономическихъ инструментахъ, гдѣ между прочимъ описывается Пулковскій рефракторъ, а также статья г. Чераса о происхожденіи міра, въ которой излагаются космогоническія теоріи, предлагавшіяся въ разныя времена.

Теперь, когда изданіе Сборника вполне закончено, можно судить о его достоинствахъ во всей полнотѣ. Несмотря на нѣкоторые недостатки, недосмотры, на которые въ свое время указывали рецензенты, Сборникъ въ общемъ является прекрасной книгой, которая даетъ возможность интересующимся людямъ, особенно воспитанникамъ старшихъ классовъ средней школы, приобрести относительно природы, насъ окружающей, хоть какія нибудь свѣдѣнія и пополнить знанія, почерпаемые изъ учебниковъ.

М. III.

Leçons sur L'Electricité professées à l'Institut Electrotechnique Montefiore annexé à l'Université de Liège. Par Eric Gerard, Directeur de cet Institut. Tome Premier. Sixième Edition. Paris. Gauthier-Villars. 1899. Стр. X+819. Фиг. въ текстѣ 388.

Курсъ электричества, читанный въ Электротехническомъ Институтѣ Монтефиоре Эрикомъ Жераромъ. Т. I. Шестое изданіе.

Недавно началъ выходить шестымъ изданіемъ извѣстный „Курсъ электричества“ Эрика Жерара. Пока вышелъ только первый томъ, заключающій въ себѣ, какъ извѣстно, теоретическую часть, электрометрію, а также теорію и устройству электрическихъ генераторовъ и трансформаторовъ.

Выходя чуть не ежегодно новыми изданіями, Курсъ электричества Э. Жерара непрерывно измѣняется; въ немъ авторъ то дѣлаетъ разныя дополненія, то выпускаетъ части, утратившія въ настоящее время интересъ. Вышедшій томъ тоже значительно видоизмѣненъ сравнительно съ прошлымъ изданіемъ. Главная разница заключается въ

*) См. Электричество. 1898. № 4—5 стр. 74 и № 11—12 стр. 174.

томъ, что въ новомъ изданіи значительно расширены главы объ устройствѣ динамомашинъ постоянного и переменнаго тока, болѣе подробно разсмотрѣны разные вопросы, касающіеся переменныхъ токовъ, какъ однофазныхъ, такъ и многофазныхъ, причемъ болѣе широко примѣнены графическіе методы, и наконецъ выпущено много матеріала, потерявшаго интересъ. Нѣкоторые измѣненія потерпѣли и главы, касающіяся явленій электролиза первичныхъ и вторичныхъ батарей и электрическихъ измѣреній.

Въ отдѣлѣ, посвященномъ динамомашинамъ постоянного тока, подробно разобраны разнаго рода обмотки арматуръ для машинъ какъ двухполюсныхъ, такъ и многополюсныхъ и дана классификація этихъ арматуръ. Тутъ же прибавлены нѣкоторыя свѣдѣнія по конструктивной части. Наконецъ данъ совершенно новый проектъ динамомашинъ четырехполюсной, а не двухполюсной, какъ это было въ предыдущихъ изданіяхъ.

Въ отдѣлѣ, трактующемъ о динамомашинахъ переменнаго тока, еще болѣе измѣненій. Между прочимъ значительно измѣнена и дополнена статья о соединеніи альтернаторовъ для совмѣстнаго питанія общей цѣпи, а также статья о проектированіи машинъ переменнаго тока.

Главы о трансформаторахъ тоже дополнены и измѣнены. Вотъ каковы въ главныхъ чертахъ измѣненія, сдѣланныя авторомъ въ послѣднемъ изданіи своего курса. Нельзя не признать, что они придали курсу еще болѣйшій интересъ и, если и въ второмъ томѣ будутъ сдѣланы измѣненія такого же характера, то, не будучи пророкомъ, можно сказать, что весьма скоро потребуетъ и седьмое изданіе.

М. Шателенъ.

Къ вопросу о круговоротѣ энергіи въ замкнутомъ вѣнкѣ изъ трансформаторовъ.

Письма въ Редакцію.

I.

Милостивый Государь,
Господинъ Редакторъ.

Въ послѣднемъ № уважаемаго журнала „Электричество“, рядомъ съ моей статьей о круговоротѣ энергіи, помѣщено письмо г. Лебединскаго, въ которомъ авторъ утверждаетъ, будто невозможно получить изъ ничего энергію, хотя бы только для измѣренія ея. Однако, какъ это ни покажется парадоксальнымъ, я все-таки позволю себѣ утверждать, что уважаемый авторъ въ данномъ случаѣ ошибается.

Энергію невозможно создать только въ томъ случаѣ, если мы этой энергіей хотѣли бы пользоваться; но, безусловно, возможно создать круговоротъ энергіи, т. е. такую комбинацію, при которой одна и та же энергія протекала бы передъ нами въ замкнутомъ кругѣ. Если вдуматься въ это явленіе, то въ немъ не окажется ничего удивительнаго: съ точки зрѣнія вѣчности энергіи, она аналогична съ матеріей; создать матерію мы не можемъ, но имѣть ничего легче представить себѣ круговоротъ вещества. Напримѣръ, вообразимъ себѣ теченіе воды въ какомъ-нибудь кольцеобразномъ каналѣ. Передъ глазами наблюдателя въ этомъ случаѣ будетъ протекать безконечно большое количество воды, хотя общее количество ея въ каналѣ будетъ ограничено.

Подобнымъ же образомъ мы можемъ себѣ легко представить и циркуляцію энергіи. Предположимъ, что на извѣстной высотѣ мы имѣемъ резервуаръ съ водою, которая можетъ въ теченіе извѣстнаго времени приводить въ движеніе турбину, положимъ, въ N лошадиныхъ силъ, потребляющую на это въ единицу времени Q единицъ воды. Эта турбина въ свою очередь можетъ быть механически соединена съ насосомъ, который въ со-

стояннѣ поднимаетъ значительную часть упавшей воды обратно въ резервуаръ. Если мы назовемъ черезъ p коэффициентъ полезнаго дѣйствія всей системы, то очевидно, что количество воды, поднимаемой насосомъ, будетъ равняться pQ . Для того, чтобы запасъ воды въ резервуарѣ не уменьшался, намъ придется изъ какого-нибудь другаго источника пополнять резервуаръ количествомъ воды, равнымъ $(1 - p)Q$. Совершенно понятно, что энергія этой добавочной воды составитъ только незначительную долю энергіи, циркулирующей въ системѣ и передающейся посредствомъ ремней отъ турбины къ насосу. Турбина будетъ нагружена, такъ сказать, самымъ реальнымъ образомъ. И дѣйствительно, для турбины явленіе нисколько не измѣнится въ зависимости отъ того, откуда берется питающая ее вода, и куда тратится развиваемая ею энергія; въ сторону ли, для какого-либо полезнаго дѣйствія, или же для накачивания воды для ея питанія.

Наконецъ, въ методѣ Гопкинсона, съ котораго я и началъ свою статью, имѣетъ мѣсто также чрезвычайно ясно выраженный круговоротъ энергіи. Весь смыслъ этого метода состоитъ въ томъ, что при помощи малаго электродвигателя вполнѣ нагружается большая динамо-машина и большой электродвигатель. Никто не станетъ сомнѣваться, что если бы въ провода, идущіе отъ динамомашинъ къ двигателю, мы включили ваттметръ, то мы получили бы энергію, соответствующую полной нагрузкѣ машины. Другими словами, черезъ ваттметръ протекала бы энергія въ много разъ болѣе той, которая доставляется нашей системѣ малымъ электродвигателемъ. Слѣдовательно, и тутъ мы какъ бы создали энергію, хотя бы для того, чтобы ее измѣрить.

Совершенно полную аналогію съ методомъ Гопкинсона представляетъ и предложенная мною комбинація трансформаторовъ, конечно, съ тою существенною разницею, что трансформаторы неподвижны, вслѣдствіе чего описываемое теченіе энергіи и кажется особенно загадочнымъ. Кромѣ того, въ данномъ случаѣ явленіе въ значительной степени осложняется сдвигомъ фазъ.

Несомнѣнно, что соотношеніе между коэффициентами трансформированія обонхъ включенныхъ въ сѣтъ трансформаторовъ и тѣмъ потокомъ энергіи, который устанавливается между трансформаторами, зависитъ отъ степени магнитной утечки изслѣдуемыхъ трансформаторовъ, а также и отъ другихъ потерь. Означимъ первичное напряженіе буквою V_1 , пусть коэффициентъ трансформированія одного трансформатора будетъ p , а другого q ; соединяя первый трансформаторъ со вторымъ, согласно схемѣ, данной въ моей статьѣ, мы получимъ вторичное напряженіе

$V_2 = pV_1$, а третичное напряженіе $V_3 = \frac{p}{q}$; такъ какъ

$p > q$, то и $V_3 > V_1$. Если теперь мы соединимъ концы трансформаторовъ въ замкнутый вѣнецъ такъ, чтобы концы, имѣющіе напряженіе V_1 и V_3 совпали, то, такъ какъ въ одной точкѣ не можетъ быть двухъ разныхъ напряженій, энергія потечетъ по направленію отъ V_3 къ V_1 , потому что, какъ мы выше убѣдились, $V_3 > V_1$. Такимъ образомъ нагрузятся оба трансформатора. Но мы знаемъ, что въ нагруженныхъ трансформаторахъ коэффициенты трансформированія p и q , вслѣдствіе различныхъ потерь, измѣняются. Въ данномъ случаѣ по мѣрѣ нагрузки, они будутъ измѣняться такъ, что p будетъ уменьшаться, а q — увеличиваться (уменьшаться

будетъ $\frac{1}{q}$) до тѣхъ поръ, пока они оба не сравняются,

т. е. пока $\frac{p}{q}$ не сдѣлается равною 1.

Что касается до второго возраженія г. Лебединскаго, то я позволю себѣ замѣтить, что ваттметръ между трансформаторами былъ нами включенъ именно такъ, какъ это необходимо для того, чтобы измѣрить энергію, протекающую по двумъ проводамъ. Слѣдовательно, при измѣреніи само собой было принято вліяніе самоиндукціи, и ваттметръ показывалъ намъ произведеніе

изъ силы тока на ту слагающую напругу, которая совпадала въ фазѣ съ силой тока. Ясно, что эта слагающая и есть не что иное, какъ геометрическая сумма электродвижущихъ силъ обоихъ трансформаторовъ, и именно потому, что она совпадаетъ съ токомъ.

Замѣчаніе г. Лебединскаго о томъ, что произведеніе чиселъ столбцовъ 4-го, 8-го и 9-го подходятъ къ числамъ столбца 7-го, совершенно вѣрно, такъ какъ числа столбца 9-го, т. е. величину косинуса сдвига фазъ, мы получили именно дѣленіемъ произведенія изъ чиселъ столбца 4-го (вольты) и 8-го (амперы) на числа столбца 7-го (ватты).

Откровенно говоря, мы затрудняемся представить себѣ, какимъ другимъ способомъ можно было въ данномъ случаѣ получить косинусъ сдвига фазъ.

Примите и проч.

И. Ковалевъ.

II.

Милостивый Государь,
Господинъ Редакторъ.

Въ № 11—12 журнала „Электричество“ помѣщена статья г. Ковалева подъ заглавіемъ: „Круговоротъ энергіи въ замкнутомъ вѣнкѣ изъ трансформаторовъ“. Статья эта производитъ странное впечатлѣніе: неудачная аналогія затемняетъ простое само по себѣ явленіе и приводитъ г. Ковалева къ парадоксальнымъ утвержденіямъ. Первичныя обмотки двухъ одинаковыхъ трансформаторовъ включены параллельно въ цѣпь, питаемую генераторомъ переменнаго тока; вторичныя обмотки этихъ трансформаторовъ соединены противоположно. При полномъ тождествѣ трансформаторовъ, индуктируемая во вторичныхъ обмоткахъ ихъ электровозбудительныя силы, одинаковы по величинѣ и фазѣ, но такъ какъ онѣ противоположно направлены, то результирующая электродвижущая сила во вторичной цѣпи трансформаторовъ будетъ равна нулю и, слѣдовательно, тока въ ней не будетъ. Какъ только равенство вторичныхъ электродвижущихъ силъ или согласіе въ фазахъ будетъ тѣмъ или инымъ способомъ нарушено (обыкновенно имѣетъ мѣсто одновременно и то и другое), результирующая электродвижущая сила въ цѣпи вторичныхъ обмотокъ перестаетъ быть равной нулю, и въ цѣпи этой является токъ. Этимъ явленіемъ пользуются, между прочимъ, для проверки трансформаторовъ одного и того же типа при массовой фабрикации ихъ. Первичныя обмотки цѣлаго ряда одинаковыхъ трансформаторовъ включаются въ сѣть параллельно съ первичной же обмоткой образцоваго трансформатора. При помощи двухъ гибкихъ проводовъ, идущихъ отъ вторичныхъ зажимовъ образцоваго трансформатора, вторичная обмотка этого трансформатора соединяется противоположно со вторичной обмоткой каждаго изъ проверяемыхъ трансформаторовъ. По отклоненію стрѣлки включеннаго во вторичную цѣпь чувствительнаго амперметра судятъ о различіи между вторичнымъ напряженіемъ испытываемаго трансформатора и напряженіемъ образцоваго трансформатора.

Нарушить равенство электродвижущихъ силъ во вторичныхъ обмоткахъ двухъ соединенныхъ выше описаннымъ способомъ трансформаторовъ можно различными путемъ. Каптъ, напр., предлагается *) для этой цѣли включать послѣдовательно съ первичной обмоткой одного изъ трансформаторовъ вторичную обмотку добавочнаго маленькаго трансформатора, первичная обмотка котораго питается изъ сѣти параллельно съ первичными обмотками двухъ большихъ трансформаторовъ. Для регулированія силы тока во вторичной цѣпи трансформаторовъ служить реостатъ, включенный по-

слѣдовательно съ первичной обмоткой добавочнаго трансформатора. Г. Ковалеву кажется болѣе удобнымъ измѣнять для этой же цѣли число витковъ вторичной обмотки одного изъ трансформаторовъ. Какимъ бы, однако, способомъ ни было вызвано различіе вторичныхъ электродвижущихъ силъ, сила тока въ цѣпи вторичныхъ обмотокъ трансформаторовъ и величина поглощаемой въ этой цѣпи электрической энергіи обуславливается лишь величиной результирующей электродвижущей силы и данными вторичныхъ обмотокъ трансформаторовъ. Такъ какъ, однако, результирующая электродвижущая сила идетъ на преодоленіе омическаго и индуктивнаго сопротивленія самихъ вторичныхъ обмотокъ трансформаторовъ, то измѣрить ее вольтметромъ нельзя, какъ нельзя измѣрить включеннымъ въ цѣпь вторичныхъ обмотокъ ваттметромъ поглощаемую въ этой цѣпи электрическую энергію. Не трудно видѣть далѣе, что эта электрическая энергія даже при силѣ тока во вторичной цѣпи трансформатора, соответствующей полной нагрузкѣ ихъ, ничтожна. Дѣйствительно, энергія эта идетъ лишь на нагреваніе вторичныхъ обмотокъ, а въ нормальныхъ типахъ трансформаторовъ средней величины на нагреваніе каждой изъ обмотокъ расходуется при полной нагрузкѣ трансформатора не болѣе $1\frac{1}{2}\%$ трансформируемой энергіи. Если обратиться теперь къ таблицѣ, приведенной въ статьѣ г. Ковалева, то легко видѣть, что при опытѣ № VI, при которомъ сила тока во вторичныхъ обмоткахъ трансформаторовъ была равна приблизительно половинѣ силы тока, соответствующаго полной нагрузкѣ каждаго трансформатора, — поглощаемая во вторичной цѣпи электрическая энергія равнялась приблизительно $0,015 \times 2 \times 10.000 \times (0,5)^2 = 75$ ваттамъ. Эта энергія составляетъ лишь незначительную часть тѣхъ 570 ваттъ, которые, какъ показывалъ включенный въ сѣть передъ трансформаторами ваттметръ, брались изъ сѣти. Разница расходовалась на нагреваніе первичныхъ обмотокъ трансформаторовъ и желѣза сердечниковъ, а также на потерю въ маломъ трансформаторѣ. Никакой иной электрической энергіи, кромѣ этихъ 75 ваттъ (приблизительно) во вторичной цѣпи трансформаторовъ „протекать“ не могло, и если ваттметръ, включенный г. Ковалевымъ въ эту цѣпь, и показывалъ „электрическую энергію во много разъ болѣшую, чѣмъ энергія, которая берется изъ сѣти“, то это только потому, что ваттметръ этотъ измѣрялъ совсѣмъ не то, что нужно. Короче говоря, никакого круговорота электрической энергіи описанное г. Ковалевымъ явленіе не представляетъ. По существу оно ничѣмъ не отличается отъ явленія, имѣющаго мѣсто при короткомъ замыканіи вторичной обмотки трансформатора, первичная обмотка котораго питается изъ сѣти. Разница лишь въ томъ, что при короткомъ замыканіи вторичной обмотки одного трансформатора для полученія въ ней тока, соответствующаго полной нагрузкѣ трансформатора, приходится уменьшать первичное напряженіе до нѣсколькихъ процентовъ нормальнаго; при употребленіи двухъ одинаковыхъ трансформаторовъ, соединенныхъ вышеописаннымъ способомъ, берется нормальное первичное напряженіе, а дѣйствующая во вторичной цѣпи электродвижущая сила уменьшается до желаеваемой величины противоположеніемъ вторичныхъ электродвижущихъ силъ, равенство которыхъ нарушается искусственнымъ примѣномъ.

Въ заключеніе считаю нужнымъ оговорить, что явленіе, о которомъ идетъ рѣчь, можно представить себѣ происходящимъ такъ, какъ будто бы круговоротъ электрической энергіи между двумя трансформаторами дѣйствительно имѣлъ мѣсто; совершенно такъ же, какъ можно разсматривать движеніе нѣкоторой массы подъ вліяніемъ извѣстной силы и совершаемую этой силой работу, составленную изъ цѣлаго ряда движеній и работъ, совершаемыхъ силами, равнодѣйствующую которымъ данная сила представляетъ.

Б. Петерсъ.

*) См. Transformatoren für Wechselstrom und Drehstrom v. G. Kapp.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Фототелеграфъ. — Последній телеграфный конкурс въ Комо доказалъ, что при помощи телеграфа системы Морзе въ часъ можетъ быть передано не болѣе 726 словъ, а при системѣ Юза не болѣе 2.000 словъ. Изъ этихъ данныхъ становится понятнымъ, какое событіе въ телеграфномъ дѣлѣ должно составить недавнее изобрѣтеніе Поллака и Вирага въ Буда-Пештѣ, которые при помощи предложеннаго ими фототелеграфическаго прибора передавали по телеграфу во время опытовъ, произведенныхъ между Вѣной и Темешваромъ, до 100.000 словъ въ минуту. Означенное изобрѣтеніе бесспорно, въ случаѣ удачнаго его примѣненія, будетъ имѣть болѣе вліяніе на удешевленіе и ускореніе письменныхъ сообщеній, чѣмъ телеграфированіе безъ проводовъ.

Предложенный Поллакомъ и Вирагомъ новый способъ телеграфированія въ общихъ чертахъ состоитъ въ томъ, что депеша автоматически передается со станціи отправленія, а на станціи назначенія воспроизводится при помощи лампочекъ накалыванія и зеркалъ фотографическимъ способомъ. Само собою разумѣется, что такая работа, какъ передача по телеграфу многихъ тысячъ словъ въ теченіе минуты, не можетъ производиться ручнымъ способомъ; эта работа производится, какъ уже было сказано, автоматически, причемъ депеша заготавливается для передачи ея особымъ техническимъ способомъ, что можетъ быть сдѣлано каждымъ, подающимъ телеграмму.

Система Поллака и Вирага представляетъ собою соединеніе пишущей машины съ телеграфомъ. При помощи пишущей машины депеша до отправленія изображается знаками Морзе на бумажной лентѣ, причемъ точки и черточки продавливаются на лентѣ насѣвозъ. Эти ленты, изготовленныя телеграфистомъ или самимъ отправителемъ, поступаютъ затѣмъ въ телеграфный аппаратъ, въ которомъ онѣ, разматываясь съ чрезвычайной быстротой, вызываютъ замыканіе и размыканіе гальваническаго тока соразмѣрно продавленнымъ на лентѣ знакамъ Морзе; всѣ эти замыканія тока продолжаются для каждаго знака столь короткій промежутокъ времени, который можетъ быть выраженъ лишь въ видѣ дробной части того, что мы называемъ моментомъ.

На приемной станціи гальваническій токъ вызываетъ дѣятельность особаго аппарата, который при помощи рефлекса узкаго луча свѣта отъ лампочки накалыванія воспроизводитъ на быстро двигающейся чувствительной лентѣ фотографической бумаги передаваемую телеграмму въ знакахъ Морзе.

Преимущества этого новаго способа телеграфированія заключаются не только въ быстротѣ, но также и въ болѣе дешевой; по расчетамъ изобрѣтателей, депеша въ 40.000 словъ будетъ стоить всего лишь 60 гульденовъ. Испытанія на участкѣ Вѣна—Темешваръ показали также, что аппаратъ дѣйствуетъ безукоризненно также при бурной и дождливой погодѣ.

Телефонное релѣ за миллионъ долларовъ. Директоръ американской телеграфной и телефонной компаніи Эріе, Ч. Глидденъ предлагаетъ купить за миллионъ долларовъ телефонное релѣ. Если бы было изобрѣтено такое же телефонное релѣ, какое имѣется телеграфное, или же былъ бы изобрѣтенъ телефонъ квадруплексъ, то этимъ былъ бы разрѣшенъ вопросъ телефоннаго сообщенія на далекія разстоянія. Толстые мѣдные провода были бы совершенно излишни, что сильно понизило бы стоимость устройствъ болѣешихъ телефонныхъ линій. Ч. Глидденъ оканчиваетъ свои разсужденія предложеніемъ заплатить миллионъ долларовъ тому, кто изобрѣтетъ одинъ изъ вышеупомянутыхъ аппаратовъ. Такая щедрая премія представляетъ исклю-

чительное явленіе и навѣрно побудитъ изобрѣтателей приложить всѣ свои старанія въ этомъ направленіи.

Примѣненіе электричества въ рудникахъ и копяхъ. Выгоды, представляющіяся при употребленіи электричества, пара и сжатого воздуха въ горныхъ работахъ, были предметомъ интересной работы, представленной въ собраніе инженеровъ въ Лондонѣ С. Чайлдомъ. Авторъ находитъ, что для работъ на поверхности земли наиболѣе подходящимъ слѣдуетъ признать паръ. Но для работъ подъ землей электричество представляетъ, конечно, громадныя выгоды. Токъ проводится отъ станціи, находящейся на поверхности земли, въ самые отдаленные колоды и шахты проводами, которые заключаются въ 0,40 м. желѣзныя трубы. Сжатый воздухъ, примѣненіе котораго въ шахтахъ было предметомъ многочисленныхъ опытовъ, не далъ выгодныхъ результатовъ.

Для подъема корзинъ изъ шахтъ электричество употребляется во многихъ копяхъ и рудникахъ и это примѣненіе электричества растетъ съ каждымъ годомъ. Для болѣешихъ подъемныхъ механизмовъ и для насосовъ тобою также предпочитается электричество. Большимъ преимуществомъ является то, что электродвигатель можетъ быть въ каждый данный моментъ легко снятъ точно такъ же, какъ и провода. Что касается привоженія въ дѣйствіе насосовъ, то въ этомъ отношеніи электричество не имѣетъ себѣ соперниковъ. Авторъ указываетъ случаи, когда въ весьма глубокой галлерей пришлось поставить насосъ, для котораго энергія доставлялась проводомъ, проходившимъ чрезъ небольшую дыру, такъ какъ эта галлерей другого близкаго сообщенія съ поверхностью земли не имѣла. Но электричество представляетъ нѣкоторыя опасности, такъ какъ дѣйствіемъ электрической искры въ гремучей смѣси эта посылка даетъ взрывъ. Такимъ образомъ для работъ на поверхности земли предпочтеніе слѣдуетъ давать пару, но для подземныхъ работъ, за исключеніемъ отдаленныхъ случаевъ, слѣдуетъ отдать предпочтеніе электричеству передъ сжатымъ воздухомъ.

Приготовленіе кремнія. Одной изъ специальностей электрометаллургическаго завода въ Бокенгеймѣ, близъ Франкфурта-на-Майнѣ, является полученіе металлическаго кремнія, употребляемаго на изготовленіе электрическихъ сопротивленій.

Кремній, обращенный въ пыль, увлажняется весьма малымъ количествомъ царской водки или слабымъ растворомъ сироча и затѣмъ прессуется въ цилиндрическихъ и призматическихъ формахъ на гидравлическомъ прессѣ; полученный такимъ образомъ стержень изъ кремнія снабжается съ обѣихъ концовъ металлическими лентами, мѣдными или бронзовыми, и въ такомъ видѣ готовъ къ употребленію.

Пользованіе силой артезианскаго колодца для электрическаго освѣщенія. Городъ Таргомина въ Австраліи имѣетъ артезианскій колодезь для водоснабженія обывателей. Этимъ же колодеземъ городъ недавно воспользовался, какъ источникомъ гидравлической силы для электрическаго освѣщенія города 200 лампами по 16 свѣчей. Мощность этого колодца равняется 27—30 лоша. силамъ.

Замѣна мѣди алюминіемъ и желѣзомъ. — Въ виду все возрастающихъ цѣнъ на мѣдь, управленіе почтъ и телеграфовъ Германіи изыскиваетъ средства уменьшить употребленіе мѣдныхъ проводовъ и замѣнить мѣдь желѣзомъ на нѣкоторыхъ телеграфныхъ линіяхъ; телефонныя линіи предполагается дѣлать изъ алюминіевыхъ проволокъ, покрытыхъ легкимъ слоемъ мѣди.