

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

№ 16

В. В. РЮМИН

**СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ВЫПУСК II

**ЭЛЕКТРОФИКАЦИЯ
ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПЕТРОГРАД**

„ВОЗДУШНАЯ БИБЛИОТЕКА“

1. **ВЕЙГЕЛИН, К. Е.** Азбука авиации. Общедоступное изложение начал авиации и воздухоплавания. С 8-ю рисунками.
 2. **ЕГО-ЖЕ.** Военно-летное дело. С 25-ю схемами, чертежами и рисунками. Пособие для ознакомления с материальной частью и техникой применения современных воздушных сил.
 3. **Авиация в мировой войне.** Сборник статей, очерков и эпизодов, иллюстрирующих развитие, формы применения и службу авиации в войне в воздухе, на суше и в море.
 4. **КАРАМЫШЕВ, Е. Д.** Управляемые аэростаты. Описание современных дирижаблей и их применение. С чертежами и иллюстрациями.
 5. **РОДНЫХ, А. А.** От ковра к кораблю-самолету. Популярная история развития авиации от древних до нынешних дней. С многочисленными иллюстрациями.
 5. **РАЕВСКИЙ, А. Е.** Самодельный аэроплан «Спад». Точное описание с отдельным чертежом, как построить игрушечный самолет.
-

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

В. В. РЮМИН

С О В Р Е М Е Н Н А Я
Э Л Е К Т Р О Т Е Х Н И К А

ВЫПУСК ВТОРОЙ

Э Л Е К Т Р О Ф И К А Ц И Я
О Б Р А Б А Т Ы В А Ю Щ Е Й П Р О М Ы Ш Л Е Н Н О С Т И

С 7 ИЛЛЮСТРАЦИЯМИ

АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПЕТРОГРАД

Н.В.В. 2019 г. № 2

I.

Центральные и районные станции.

Мы живем в периоде прогрессирующей электрофикации всех отраслей техники вообще и в первую очередь обрабатывающей промышленности, т.-е. производств механических и химических. Как сто лет тому назад пар постепенно начал вытеснять на заводах и фабриках первобытные источники энергии: мускульную силу людей и животных, силу падения воды и дующего ветра,— так, в свою очередь, электричество вытесняет пар, продолжая в то же время начатое им вытеснение из производств других источников энергии, не исключая и таких, которые были введены в технику позже пара. Как ни широко было распространение паровых двигателей в конце XIX века, они все же не могли проникнуть в мелкие мастерские и кустарные заводики. В таких предприятиях все еще пользовались либо мускульной силой людей и животных, либо силою воды и ветра, либо, наконец, мало-мощными двигателями внутреннего сгорания. И всем этим источникам энергии приходится испытать ту же участь, как паровым машинам, — уступить поле своей деятельности электричеству. Конечно, за исключением мускульной силы, сначала людей, а потом и животных, которая совершенно перестанет прилагаться в заводской практике, остальные перечисленные

источники энергии — паровые и иные механические двигатели, а тем более сила ветра и в особенности падающей воды — не отойдут в область истории техники. Они применяются и сейчас и еще долго будут применяться в технических производствах, но не как прямой источник энергии для станков и др. исполнительных механизмов, а лишь на особых центральных и районных станциях, как источник получения электрической энергии.

О выгодах такого превращения механической силы пара или падающей воды сначала в электрический ток, а затем вновь в механическую работу, мы уже упомянули в I выпуске нашей книжки. Поэтому остановимся лишь на рассмотрении вопроса о преимуществах крупных станций, вырабатывающих электрическую энергию, перед мелкими. Электрические станции заводов и городов, заменившие отдельные источники энергии для всех рабочих машин завода или городских предприятий, централизовавшие получение энергии в одном месте, были названы центральными. По мере совершенствования их устройства и передачи вырабатываемого ими тока, они достигли такой мощности, что радиус действия их стал охватывать территорию, ранее обслуживавшуюся десятками отдельных станций. Современные мощные центральные станции, могущие вырабатывать ежесекундно сотни тысяч киловатт энергии, охватывают уже не отдельные заводы или рудники, города и местечки, а целые промышленные округа, целые районы территории страны, так что, в отличие от прежних центральных станций, они называются районными. Насколько велик радиус их действия, насколько большую территорию покрывает сеть проводов вырабатываемого ими тока видно из того, что по ныне осуществляемому проекту

полной электрофикации нашего транспорта, освещения и промышленности оказывается достаточным лишь 30 районных станций на всю колоссальную поверхность Союза!

Преимуществами районных станций являются: 1) возможность строить их не вблизи мест потребления энергии (городов, рудников, заводов), а в местах ее природных запасов: на водопадах и водостоках, на торфяных болотах, в местах добычи бурого угля и др. плохих сортов топлива, 2) для станций, работающих на топливе,—увеличение полезного действия топлива чуть ли не втрое, 3) громадная экономия, приобретаемая разгрузкой транспорта.

Поясним эти преимущества подробнее. Во-первых, увеличение дальности действия станций. Оно даст возможность передать энергию на тысячи верст и тем самым заменит десятки, даже сотни отдельных станций одной мощной установкой. В результате—экономия строительных материалов, сокращение персонала лиц, обслуживающих станции, и получение более дешевого тока. Во-вторых, увеличение полезного действия топлива. На этом следует остановиться несколько подробнее. Напомним, что калорией (единицей тепла) называется такое количество тепла, которое необходимо для повышения температуры одного килограмма ($2\frac{1}{2}$ фунта) воды на 1° Цельсия. Топливо, при полном своем сгорании, выделяет, смотря по качеству, от 3-х (торф) до 11 тысяч (нефть) калорий на каждый килограмм. Но в обычных топках нельзя добиться полного сгорания и полной утилизации тепла, развиваемого при этом. Чем совершеннее устройство печей, чем крупнее они, тем меньше тратится тепла непроизводительно, тем выше, как гово-

рят, „механический эффект“ топлина. Увеличение этого эффекта втрое прогив обычного равносильно экономии топлива втрое. — В-третьих, разгрузка транспорта; она понятна сама собою. Раз топливо будет сжигаться районной станцией на месте, где его добывают, отпадает необходимость производящейся в настоящее время его перевозки от мест добычи к десяткам и сотням отдельных станций, удаленных на сотни и тысячи верст. Достаточно сказать, что сооружение районных станций для одного Петрограда даст экономии в 1500 поездов в год, подвозивших фабрикам и заводам 600.000.000 пудов топлива.

Как видим, преимущества районных станций велики и вполне оправдывают стремления современной электротехники сокращать число станций за счет увеличения их мощности. В конечном идеале дело может свестись к устройству нескольких мировых центральных установок, которые так же поглотят современные районные станции, как эти вытесняют тепловые городские и заводские централи.

Что представляет собою электрическая станция? Жители больших городов и фабричных или заводских центров, в большинстве случаев, видят их только снаружи, а обитатели глухих городишек и деревень не имеют о них и того представления, которое дают они спешащему мимо них горожанину. Вечерами, ярко освещенные изнутри, здания таких станций кажутся состоящими почти из одних окон. Через эти громадные окна видны мощные машины, слышен шум и гудение; приятно поражает прохожего, на момент заглянувшего в окно, чистота и порядок, царящие внутри помещения, резко отличающие станцию от обычного вида заводских помещений. Войдем, — вслед за одним из посетителей, описавшим свои впечатления,

чатления от посещения станции ¹⁾ – и посмотрим, как она устроена.

„Когда входит на станцию человек непривычный,

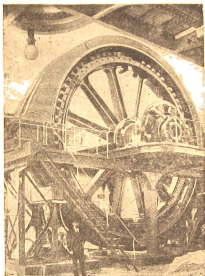


Рис. 1. Динамо в 400 лошадиных сил.

ему кажется, что он попал если не в ад, то в чистилище. Громкий шум, гул, мощные вздохи двигателей,

¹⁾ А. И. Лятковский в журнале „Электричество в Железъ“

характерное свистящее поскрипывание шеток, трущихся о коллектор, поражают слух. Непривычному взгляду сразу трудно разобраться. Но мало-помалу начинают выделяться отдельные части станции: двигатели, динамо, умформеры, распределительные доски.

Обычно ток от динамо постоянного тока направляется на доску, где выравнивается его напряжение; приблизительно $\frac{2}{3}$ всего тока идет в цепь, а остальная часть пускается в аккумуляторы. Зарядка аккумуляторов, как видно, берет довольно много тока, но зато аккумуляторы выручают станцию при усиленной нагрузке, которая особенно дает себя чувствовать вечером, особенно зимой, часов от 5 до 9, когда работают почти все лампы в городе.

Обыкновенно применяется трехпроводная система тока: две динамо, например, в 220 вольт каждая, соединяются последовательно, т. е. в цепь можно вводить ток и в 220, и в 440 вольт. Ток первого напряжения употребителен для освещения, второго — для моторов, трамваев. Самыми употребительными машинами постоянного тока являются многополюсные машины кольцевого типа. Ток от динамо идет к распределительной доске и далее проходит по обмоткам измерительных приборов — амперметров и вольтметров. Кроме того, он еще на своем пути встречает выключатели, переключатели, реостаты и автоматические выключатели, которые выключают его, если он вследствие какого-либо обстоятельства станет выше (максимальные) или ниже (минимальные) известной силы. Посредством реостатов регулируется сила возбуждающего тока, вследствие чего регулируется и напряжение. За доской следит монтер, который подает ток туда или сюда, заряжает аккумуляторы и т. д. Каждые полчаса

он отмечает в особой книге или на отдельных листах показания приборов и т. п.

Многополюсная динамо не делает большого числа оборотов: 150--200 в минуту — их обыкновенная скорость.

Приводятся в движение они преимущественно нефтяными двигателями, чаще всего двигателями Дизеля, которые соединяются непосредственно с динамо. Во время работы двигателя за ним смотрят механик и несколько рабочих. Смазка динамо и моторов производится автоматически. Автоматически же извещается механик о том, что масла или охлаждающей воды мало, что температура ее возросла до предела, что увеличилось или уменьшилось число оборотов машины. Кстати о температуре. Температура на станции обыкновенно градусов 30—35, несмотря на усиленную вентиляцию, так как моторы и динамо сильно нагреваются во время работы. Предельной температурой для динамо считается 70° Ц.; для двигателей этот предел выше. Если бы они не охлаждались водой, их температура возросла бы до 200—300°.

Динамо переменного тока, обыкновенно трехфазного, высокого напряжения, требуют меньше ухода, они работают ровнее, щеток у них нет. Интересно устройство выключателей тока высокого напряжения. Они погружены в масло, тщательно изолированы и имеют рычажную передачу, так что при незначительной затрате силы на выключение, оно происходит весьма быстро. Образующаяся при этом искра гасится маслом. Ток высокого напряжения не употребляется непосредственно, напр., для приведения в движение трамвайных моторов. Он направляется в „умформеры“ или трансформаторы, где обращается в постоянный ток среднего напряжения в 500—550 вольт и соот-

ветственно большей силы, — конечно, с небольшой потерей. Отсюда он направляется опять на доску и питает трамвайные вагоны, аккумуляторы и т. п.

Люди, работающие на станции, ходят с красными лицами, полураздетые. Они постоянно пьют воду, что вредно отражается на деятельности их сердца. Обыкновенно шум на станции очень силен, так что между досками и двигателями устроены телефоны, потому что, как ни кричи, за 5—10 шагов ничего не слышно. Обычно работают не все машины сразу. Необходимо, чтобы всегда были машины в запасе. Аккумуляторы вырывают не надолго, но все-таки вырывают при усиленной нагрузке. Они помещаются отдельно, — выделяемые ими газы весьма вредны для здоровья, окисляют металлы и разрушают органические ткани. В помещении аккумуляторов распределительной доски нет, а провода густо осмолены и защищены свинцовой оболочкой. Рядом с аккумуляторным помещением находится другое, где дистиллируется вода и смешивается с серной кислотой. Продолжительная работа с аккумуляторами весьма плохо отражается на состоянии легких работающего; поэтому стараются помещать аккумуляторы в закрытых помещениях, куда не может проникать пыль, и вентилируют в них воздух. Добавлять жидкость приходится только 1—2 раза в неделю.

Шумит, вздыхает двигатель, постукивают и постукивают клапаны, гудит, жужжит динамо, скрипят щетки, перекликаются монтеры, раздаются звонки, мелькают шатуны и кривошипы, кое-где чуть-чуть блеснет под щеткой, хлопнет нас, — вот все то, что сразу бросается в глаза, а самого зарождения тока не видно, нельзя сказать, идет ли ток. Только измерительные приборы свидетельствуют нам об этом,

да если тронешь неизолированный провод, то тоже почувствуешь, что ток идет!

И так изо дня в день, из ночи в ночь... Только генераторы тока для трамвая останавливаются с полуночи до утра, хотя иногда и ими в это время заряжают аккумуляторы*.

Говоря об электрических станциях, интересно отметить, что в Нью-Йорке еще в 1917 г., т.-е. 35 лет подряд, работала (а может быть еще и сейчас продолжает работать?) первая станция, устроенная Эдисоном, спустя 4 года после изобретения имкалильной лампочки и оборудованная динамомашинными, лично выстроенными опять-таки Эдисоном.

Источником электрической энергии, вырабатываемой станциями, как мы уже знаем, служит преимущественно механическая энергия. Там, где заботливая природа украсила ландшафт пленительными для художника и заманчивыми для инженера водопадами, порогами, горными речками и ручьями,—там вопрос преобразования силы их падения в электрический ток является лишь вопросом времени. Гигантская Ниагара и говорливые ручейки итальянских Альпов год от году, к огорчению художника, теряют свою свободу и поработаются человеком, который направляет их струи на водяные турбины.

Вращение турбины передается динамомашине, трансформирующей работу в ток, отсылаемый проводами с тем, чтобы на месте потребления раскалинить электрических лампочек, расплавить руду металла, обогреть комнату, накалить щипцы для завивки волос, привести в движение сотни быстро бегущих трамвайных вагонов, заставить работать тысячи разнообразнейших машин и станков.

Профессор прикладной химии Шолль определяет

мощность водяных сил земного шара в 1—2 биллиона паровых сил. Использование их, пока еще далеко незначительное, успело уже изменить в заметной степени промышленное соотношение стран. До начала текущего века промышленное значение местности обуславливалось наличием в ней топлива, преимущественно каменного угля—теперь же оно в равной мере обуславливается избытком водяной силы. Таким образом, вступают в фазу промышленного расцвета Швейцария, северная Италия и особенно Швеция и Норвегия. Близится время, когда перечисленным странам уступит пальму первенства в промышленности Бельгия, Англия, Франция и Германия.

Использование водяной силы поставило технике новые задачи, главным образом, в направлении утилизации значительных высот падения, от 220 до 950 метров. При таких высотах скорости турбин велики, а потому размеры, вес и цены турбин меньше, чем питаемых водою, падающей с меньшей высоты.

Обилие в стране водопадов и близость их к границам дали возможность Швеции настолько расширить превращение живой силы падения воды в электрический ток, что последний служит в настоящее время предметом экспорта из Швеции в соседнюю Данию. Кабель, передающий энергию через Зундский пролив из Швеции в Данию, является первым примером снабжения одного государства электрической энергией, вырабатываемой в другом государстве, отделенном от первого водным пространством. До войны, отодвинувшей границы Франции к востоку, часть пограничных французских городов питалась энергией, доставлявшейся из Германии. Кабель между Швецией и Данией проложен в большей части прямо по дну пролива. Энергия подается с гидро-электрической стан-

ции Лаганских водопадов, мощностью в 40.000 киловатт. Напряжение тока 50.000 вольт, понижаемое на передаточной станции до 25.000. На датском берегу, вблизи знаменитого Эльсинора, прославленного Шекспиром, находится приемная подстанция, вновь повышающая напряжение тока до 50.000 вольт, и ведущая его по подземному кабелю в главную трансформаторную станцию близ столицы Дании, Копенгагена, откуда энергия передается на соседние города и заводы.

Надо думать, что, как раньше страны, настолько богатые каменным углем, что добыча его превышала расходуемое в стране количество, вывозили уголь за границу, так теперь страны с недостаточным числом жителей, в первую очередь, Швейцария и Финляндия, избыточно богатые живой силой воды, — будут экспортировать ее в соседние страны в виде тока, передаваемого по проводам. В частности, в 1912 г. и предполагалось передавать энергию в Петроград и его окрестности с финского водопада Роухяло на Вуоксе; позднее он уступил свою роль ныне возводимым силовым станциям на Свири и Волхове. Надо отметить, что такое транспортирование энергии из-за границы имеет свое неудобство: война может сразу остановить целый ряд установок, питаемых „привозным“ электричеством.

О том, насколько „белый уголь“, т.-е. сила падающей воды, сокращает стоимость электрической энергии, можно судить по расчету проф. Ги: из расчета выходит, что ток, вырабатываемый на гидроэлектрических станциях, обходится в 23 раза дешевле тока станций, работающих на каменном угле!

Там, где нельзя прибегнуть к работе „белым углем“, приходится прибегать для вращения динамо

к механической силе двигателей внутреннего сгорания, паровых турбин или паровых машин, т.-е. прибегать к сложному пути превращения химической энергии топлива в тепловую, тепловой в механическую и уже этой последней в электрическую.

Понятно, что весь вопрос, каким двигателем приводить во вращение динамомашину, вырабатывающую ток, сводится к тому, при каком двигателе ток будет обходиться дешевле. Если единица энергии (1 килоуатт) обойдется дешевле, будучи приведена проводом с удаленной станции, работающей силой падения воды,—пользуются ею; в противном случае добывают ее на месте. Недостаток технических знаний, вернее, технической предприимчивости, ведет к ошибочному выбору источника энергии. Так, у нас в России, по свидетельству покойного проф. В. И. Альбицкого, часто прибегали к паровой машине там, где с успехом можно было воспользоваться „белым углем“.

В последнее время мы, как известно, приступили к планомерному устройству районных станций, которые будут работать либо силой падения воды, либо на дешевом топливе, непригодном по своей малой теплотворной способности к перевозкам на большие расстояния.

Пока вполне закончена лишь одна Каширская станция. Работает она на угле плохого качества, на штыбе (угольной мелочи), и обеспечена им вполне, так как добыча его равна 100 миллионам пудов ежегодно, что соответствует возможности вырабатывать 500 м. килоуатт, а требуется всего 75 м. килоуатт. Станция обслуживает Москву, передавая ток напряжением в 115.000 вольт на расстояние свыше 100 верст. Проводится перелача на Серпухов, Коломну и Егорьевск. Начата была постройкой в марте 1919 г.

по проекту проф. Н. К. Поливанова. Полная нагрузка станции 120.000 киловатт, в момент открытия—12.000.

В близком будущем ожидается открытие еще нескольких станций, а полная электрофикация страны рассчитана на период в 10—15 лет. Когда план будет приведен в исполнение, перед нашей промышленностью и транспортом откроется широкая возможность развития. Задача районных станций—дать потребителям энергии ток более дешевый в сравнении с вырабатываемым на месте,—будет осуществленным указанным планом вполне достигнута. До войны мы имели около 6.000 отдельных заводских центральных, общей мощностью приблизительно в $1\frac{1}{2}$ млрд. сил. Еще до окончания постройки всех 30 областных станций можно, группируя существующие на общую сеть, перенося главную часть работы на наиболее экономичные, закрывая излишние, достигнуть значительной экономии топлива. Как мы уже указали в I-ом выпуске, такая, весьма выгодная с экономической стороны, централизация станций достигается возможностью передавать ток колоссального напряжения, трансформируя его в ток рабочего напряжения на особых подстанциях. Интересно, что еще несколько лет тому назад в Европе самое большое напряжение было 110.000 вольт и лишь в Африке работала станция на 150.000 вольт; теперь же это напряжение является, можно сказать, обычным. Крупнейшей русской станцией до войны была Богородская, на 15.000 киловатт, ныне использованная в плане общей электрофикации.

Итак, на каждой станции имеются динамо и двигатели для них. Паровые машины в настоящее время оставлены лишь на сравнительно мелких станциях,

вытесняясь паровыми турбинами. Турбины (рис. 1) значительно компактнее паровых машин, они не имеют поступательно движущихся частей и допускают громадную скорость вращения, которую не приходится, как при паровых машинах, предварительно увеличивать какой-либо передачей. Действие их основано на том, что сжатый пар при выходе, теряя свою упругость, приобретает скорость тем большую, чем больше было его начальное давление. Так, при 6 атмосферах начальной упругости пар, расширяясь до атмосферного давления, приобретает начальную скорость 775 метров в секунду. Струи такого пара, направленные на лопасти турбины, приводят ее во вращение, скорость которого равна приблизительно половине скорости истечения пара. Комбинация турбины и динамо носит название турбодинамо и имеется различных систем.

Величайшие в мире турбодинамо установлены на станции Эдисоновского О-ва в Чикаго. Они развивают по 32.000 лш. сил, а станция в целом расходует миллион пудов угля ежегодно. Мощность их 257.600 килоуатт. Приведем кое-какие числовые данные, характеризующие современные турбогенераторы. Для примера возьмем турбодинамо Куртиса на 14.000 килоуатт. Один из 5 ступенчатых элементов ротора турбины имеет диаметр почти 4 метра и скорость вращения 750 оборотов в минуту. Если бы это колесо с такой скоростью катилось по земле, оно пробежало бы расстояние от Петрограда до Москвы в $1\frac{1}{2}$ часа! Эта часть и 4 других колеса, которые образуют движущий механизм турбины, весят 4.500 пудов, но так уравновешены на масляных подпятниках, что привести их во вращение можно толкнув пальцем. Суточное количество воды, расходуемое турбинами, равно

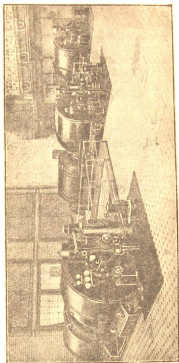


Рис. 2. Паротурбина.

84 куб. метрам, т. е. может заполнить пруд площадью 7×6 метров и глубиною 2 м. Расход угля 250 тонн, что составляет конус диаметром основания в 15 м. и высотой в 6. Если бы всю энергию, развиваемую турбогенератором, применить для освещения, то ее хватило бы на 350.000 лампочек по 16 свечей или 31.000 дуговых фонарей,—количество, достаточное, чтобы осветить дорогу от Петрограда до Екатеринослава.

И, тем не менее, весь этот мощный источник энергии вместе с конденсатором занимает здание площадью всего в 9 кв. саж. и управляется двумя рабочими!

Но как ни выгодны паротурбины, в сравнении с паровыми машинами, гидротурбины еще экономичнее их. Поэтому, как только была решена задача передачи тока на большие расстояния, в качестве двигателя для динамо всюду, где можно, стали прибегать к гидротурбинам. В 1889 г. впервые начали эксплуатировать силу падения великолепного некогда водопада Ниагары, ныне более чем на половину запряженного в работу. Человек дела, предприимчивый янки, не счит возможным сохранить в неприкосновенности красоту водопада и версты за две до начала падения воды отвел ее по трубам к турбинам, а отработавшую выпустил ниже водопада. Устройство шахт для турбин потребовало не мало труда. В твердом скалистом грунте пропиливались алмазными пилами углубления и взрывами динамита удалялись скалистые массивы. Первоначально было установлено всего 3 турбины по 5.000 сил каждая, но быстро развившийся спрос на энергию заставил тотчас ставить все новые и новые турбины и увеличивать их мощность. Буффало, Тонаванда, Лакпорт, а за ними

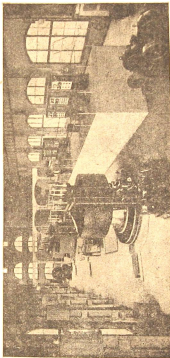


Рис. 3. Гидротурбины на Ниагарс.

остальные окрестные города и поселки стали освещать свои улицы и приводить в движение трамваи и машины своих фабрик энергией Ниагары. На берегах последней возникли крупные электрохимические фабрики, заводы алюминия и пр.

Лет десять тому назад система генераторов на Ниагаре считалась самой большой на всем земном шаре. Теперь она имеет скорее лишь исторический интерес. Ее предельная мощность в 200.000 лш. сил значительно превышена в нескольких установках позднейшего времени. Еще в 1912 г. закончена была районная станция на 340.000 лш. сил на р. Миссиссиппи, „Отец вод“, как звали эту реку прежде аборигены страны, индейцы. Сооружение потребовавшейся для этой плотины было одним из величайших подвигов инженерного искусства. Пороги в Кеокуке тянутся на 11 миль, и падение воды в них приблизительно 10 метров. Плотина имеет длину около $1\frac{1}{2}$ верст и состоит из 119 арок. Она представляет собою огромный железо-бетонный монолит, врытый в дно реки на глубину $1\frac{1}{2}$ метр. Затворы плотины приводятся в движение электрическими кранами. Охраняется она колоссальным ледорезом. Чтобы давать то количество энергии, которое развивает станция, работой она на каменном угле, потребовалось бы нагрузить им поезд длиной в две мили.

В будущем, вероятно, будут углизованы и др. известные своей мощностью водостоки: Замбези в Африке и Игвассу в Южной Америке. Последний открыт сравнительно недавно и, повидимому, является величайшим водопадом в мире.

В будущем же, несомненно, используют для получения электрической энергии и другие ее природные источники. О проекте громадной станции, приво-

димо в действие приливом, предположенном в 1912 г. к осуществлению в Англии, мы имеем такие данные: мощность ее — 500.000 лощ. сил (около 350 миллионов уатт), местоположение — западный берег в устье р. Селери, в 200 верстах от Лондона; район обслуживания — Бирмингемский промышленный округ и Лондон.

Собственно мощность станции вдвое превышает указанную и равна 1 миллиону сил, но $\frac{1}{2}$ этого количества расходуется на самой станции для накачивания воды. Ток в цепь посылается 60.000-вольтовый. Высота прилива 10 метров, но турбины начинают вращаться уже при $1\frac{1}{2}$ метрах высоты подъема уровня.

Если станции оправдает возлагаемые на нее ожидания, то предположение о переходе центра тяжести развития промышленности от Англии к странам, богатым водопадами, отпадает: Англия попрежнему окажется на первом месте, так как каждая верста ее береговой линии заключает потенциальную энергию в сотни тысяч лошадиных сил.

Есть и другие проекты в таком роде, напр., станции на 40.000 лощ. сил в окрестностях Бомбея, должностующей использовать механическую энергию регулярных в той местности дождей, и т. п.

Станции малой мощности приводятся в движение газовыми двигателями, а еще меньшие — керосиновыми. Для небольших, преимущественно сельско-хозяйственных станций не без успеха применяют дровую силу ветра. Неравномерность этой силы и частые периоды ее полного отсутствия не дают возможности применить ее для больших станций. Инженер Фессенден несколько лет тому назад предсказывал, что, когда вся энергия падающей воды будет утилизирована электротехниками, наступит эра создания „заводов

воздушной энергии*; но пока не выработаны механизмы для утилизации этого неисчерпаемого источника энергии в крупном масштабе. Это — электротехника будущего, а в настоящем небольшие ветряные двигатели с особыми регуляторами скорости вращения, которая в ветряках весьма неравномерна, вращают во время ветра динамо для зарядки аккумуляторов; ток же для моторов или освещения берут уже от последних.

Но мощные районные станции вытеснят все такие „кустарные“ установки, и недалеко время, когда они отойдут окончательно в прошлое.

II.

Замена пара электричеством.

В настоящее время ни один техник или инженер, какова бы ни была его специальность, не может не быть знакомым с электротехникой. Во всех технических школах она стала обязательным учебным предметом. Не только в телеграфах, телефонах, электрических железных дорогах и в электрическом освещении применяются динамо и электромоторы. Какую бы отрасль техники мы ни взяли, она всегда оказывается более или менее тесно связанной с электротехникой. В особенности тесна связь эта в обрабатывающей промышленности, как механической, так и химической, и современные технологи не могут не быть электро-механиками и электрохимиками.

Электричество стало главной движущей силой наших фабрик и заводов.

Электрическая энергия, выработанная динамомашинной, тут же на заводе или на центральной станции, удаленной от завода хотя бы на многие сотни верст, и переданная по проводу к месту потребления, — может быть вновь превращена в работу при помощи электромотора. Ток, входя в обмотку якоря мотора, приводит его во вращение, передаваемое вращающейся частью рабочей машины.

Применение электромоторов, как источников механической работы, намечалось еще в конце сороковых годов прошлого века, но в заводскую практику они вошли лишь с 90-х годов, сделав в первое же десятилетие нынешнего столетия широкое завоевание во всех отраслях механической техники. Год от году не только увеличивается число заводов и мастерских, переходящих на электродвигатели, но растет и самое число электромоторов на старых заводах; новые же с самого начала оборудуются ими. Мелкие мастерские особенно быстро оценили все удобства электродвигателей и перешли на городской ток, отказавшись от пользования газовыми и керосиновыми двигателями, а предприятия покрупнее уничтожили даже собственные станции паровой силы. Технические же учреждения крупных размеров централизовали источник энергии своих станков и машин, заменяя паровые машины турбинами и двигателями внутреннего сгорания, приводящими в движение центральную динамо, ток которой разносится проводами по всем мастерским, где приводит в движение моторы. Отсутствие бесполезной траты энергии во время остановки станков или при перерыве работы, почти бесшумное вращение моторов, их компактность, возможность укреплять их на стальных кронштейнах, экономия места на полу мастерской, чистота при работе и ряд других преимуществ создали электромоторам широкое поле приложения.

В настоящее время легче указать заводы и мастерские, еще не применяющие электродвигателей, чем перечислить те, которые воспользовались ими. Кажется, нет ни одного производства, в котором уже не был бы применен электромотор. Мощность их меняется, смотря по цели назначения двигателя, от $\frac{1}{10}$ лошадиной силы (равной 736 ваттам) до нескольких сот сил.

Главным образом, однако, применяются двигатели средней мощности, сообразно расходу энергии большинством распространенных станков и машин орудий. Наиболее разнообразна мощность моторов на метал-

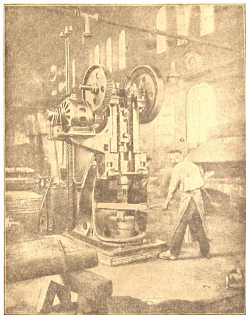


Рис. 4. Электромотор, приводящий в движение механический молот.

лических заводах, где на ряду с моторами в 0,1 силы, приподнятыми в движение сверлильные станки, и даже в $\frac{1}{10}$ силы для волочильных станков, вырабатывающих тонкую проволоку, устанавливаются десятки и сотни моторов в 5 — 10 и более сил для пневматических молотов (рис. 4), строгальных станков, дыропробивных и пр., доходя до 200 сил для подъемных кранов. В деревообделочных мастерских (рис. 5) для ленточных пил берут моторы в 1 лошадиной силе, для круглых пил — в 3 силы, для пил с механической подачей материала — в 5, для шпунтовых станков — в 6 и т. д. В типографиях, в которых, к слову сказать, электричество быстро вытесняет живую силу рабочих рук и другие двигатели, моторы для печатного пресса требуют 1—2 силы, ротационные машины от 6 до 7, а двойные ротационные машины, печатающие ежедневные газеты, даже до 15 сил. Значительно меньшая мощность моторов ткацких мастерских, в которых введение электрической передачи энергии дало колоссальную экономию, уничтожив ранее применявшуюся ремennую трансмиссию и, попутно, тем самым, сделал производство менее опасным. Ткацкие станки требуют всего от $\frac{1}{3}$ до 1 силы, но так как число станков на крупных мануфактурах измеряется тысячами, то общий расход энергии в них весьма велик.

О размерах расхода электрической энергии на крупных заводах можно судить по оборудованию хотя бы Брянского завода в Екатеринославе, который явился одним из пионеров перехода на электрическую энергию в России. Напряжение тока его центральной станции 3.100 вольт, мощность станции 12.000 лошадиных сил при нормальной работе, могущая быть, в случае надобности, доведена до 16.500 сил. Отдельные моторы имеют мощность до 1.200 сил.

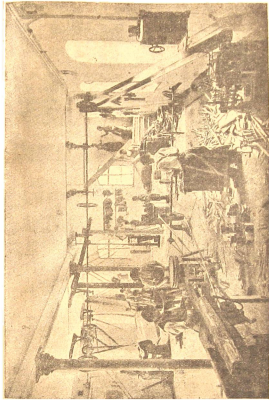


Рис. 5. Древообделочная мастерская с электрическим оборудованием.

Заметим, что, являясь крупной силовой установкой у нас в России, станция Брянского завода значительно слабее многих западно-европейских, а тем более американских заводских станций.

Сравнительно крупные моторы устанавливаются на бумажных фабриках. Здесь не редкость моторы в 80—100 и даже 250 сил. Даже такие производства, как мыловаренное и парфюмерное, применяют для приведения в действие мешалок в варочных котлах, ножиц для резки мыла, вальцов для сго прокатки и проч. электромоторы, заменив ими живую силу рабочих рук.

Некоторые производства, относящиеся к области химической технологии, функционируют периодически (напр., кирпичное, маслостойное) и притом в такое время года, когда требование на энергию центральных станций со стороны городских абонентов уменьшается. Такие производства особенно выигрывают, не заводя собственных станций, а покупая электрическую энергию, так сказать „на стороне“, и платя за нее по уменьшенному тарифу. В частности, в кирпичном производстве замена ручного труда электромоторами не только экономична, но и гигиенична, так как перемешивание глины ногами или ручная формовка кирпича представляют источник заболевания ревматизмом рабочих, занятых этим делом.

Введение электрической энергии в практику современных заводов, фабрик и мастерских послужило к выработке целого ряда типов небольших по размерам, передвижных механизмов для различных работ. Эти механизмы частью заменили ручной труд, частью устранили необходимость перемещения громоздких обрабатываемых предметов к постоянным заводским станкам.

Примером первого типа механизмов, заменивших ручные инструменты, может служить электрический накипеудалитель. Как известно, внутренние стенки паровых котлов покрываются слоем накипи, что уменьшает их парообразование и является наиболее частой причиной взрыва. Удаление накипи твердой консистенции (котельного камня) вручную, зубилом представляло одну из труднейших работ, ныне значительно облегченную упомянутым накипеудалителем, работающим при помощи небольшого мотора.

Примером второго типа переносных электромеханизмов может служить хотя бы фрезер для обточки „коллекторов“ динамомашин. Коллектором называется та часть динамо, которая передает ток через прилегающие к нему щетки в сеть проводов. Поверхность его должна быть строго цилиндрической, а между тем с течением времени от трения щеток о коллектор изолирующие прокладки между медными секторами последнего начинают выступать, — мягкая медь стирается быстрее твердого изолятора. Раньше для переточки коллектора необходимо было разобрать динамо; с введенным же переносным фрезером исправление это можно произвести на месте и не разбирая динамо.

Одним из сравнительно новых применений электричества в области механических производств является приведение им в действие кузнечного раздувательного меха. В Англии еще каких-нибудь сто лет тому назад кузнечный мех обычно приводился в движение собакой, бегавшей в колесе, а у нас и по сие время — мускульной силой рабочих. Преимущества электрического меха заключаются уже в том, что раздуватель не занимает особого места, так как может быть помещен где угодно, раздувает быстро

и дает сильное и равномерное пламя. Электрический мех не требует постоянного надзора; пока железо накаливается, рабочий может отдыхать или делать другую работу. Количество расходуемой мехом энергии ничтожно.

Вообще необходимо еще раз подчеркнуть, что электромоторы, по своей способности дробления энергии, вытеснили рабочие руки и из тех отраслей труда, из которых их не могла вытеснить паровая машина и иные механические двигатели. Всякий механический источник силы тем экономичнее, чем больше его мощность. Выгодно заменить паровой машиной сотню рабочих, но там, где все производство нуждается в весьма небольшом числе их, замена рабочих рук паровым или газовым двигателем не только не экономична, но подчас и невозможна, тогда как электромотор, мощность которого может быть произвольно малой без заметного уменьшения коэффициента полезного действия, — с успехом заменяет рабочего; даже в странах, где рабочие руки дешевы, он все более и более вытесняет из производства обрабатывающей промышленности человека, как источник мускульной силы.

Хорошо ли это?

Старый вопрос, постоянно возникающий при всяком новом техническом усовершенствовании.

Да, в конечном результате это хорошо! Правда, в момент введения в практику паровых машин, механических ткацких станков, железных дорог и др. изобретений, уменьшающих потребность в рабочих руках, тысячи и тысячи тружеников временно переходят в разряд безработных, но зато общая производительность труда повышается и труд становится более интеллигентным. Сотни ящиков заменены

одним машинистом, но провозоспособность дорог увеличилась в сотни раз. Цель человека быть господином, а не слугою машины, и обидно применять высокий интеллект для грубой физической работы. Десятки тысяч рабов, строивших пирамиды Египта, исполняли ту роль, которую в дальнейшей истории человек возложил на вьючных животных, а еще позже — на мертвый механизм.

Надо сожалеть не о том, что электромоторы вытесняют все другие механические двигатели и все более и более суживают круг приложения мускульной силы человека, — а о том, что это вытеснение еще не стало полным. Не забудем, что тяжелый физический труд не только вредно отражается на здоровье рабочего и сокращает его жизнь, но и принижает его ум.

Введение в практику электромоторов малой мощности раскрепостило значительную часть рабочих от обязательной работы вне своего жилища. В век паровых машин казалось неизбежным поглощение мелкой промышленности промышленностью крупной и полное уничтожение всех кустарей рабочих. Введение же в практику электромоторов не только позволило мелким предприятиям развиваться на ряду с крупными, но и дало возможность рабочему стать собственником орудий производства, столь же совершивших, как те, которыми оборудованы большие фабрики. Сапожник-кустарь, пошедший рабочим в мастерскую механической обуви, смог вернуться к себе домой, производить обувь такого же хорошего качества и столь же быстро, оборудовав свою мастерскую механическими орудиями своего ремесла и электромотором для приведения их в действие. Не мало производств, централизовавшихся в конце прошлого века, благодаря

электромотору, снова децентрализовались без ущерба для качества и стоимости вырабатываемых предметов.

В крупных западно-европейских центрах возник ряд домов для кустарей - ремесленников, оборудованные моторами, имеющие собственные станции и отпускающие квартирантам энергию по себестоимости. Там, где можно иметь ток от крупной районной станции дешевле, чем он обходится на домашней, последние, понятно, ликвидируются; дом включается в сеть крупной централи с общим счетчиком энергии, плата за которую входит в плату за занимаемое помещение, а во избежание излишнего расходования тока, сверх выговоренного количества, в каждое ответвление вводятся автоматические максимальные выключатели тока.

Переход на электрическую энергию рабочих механизмов, начиная от мощных подъемных кранов крупных металлургических заводов и кончая домашними кофейными мельницами—идет во всем мире неудержимо. Осуществляемый ныне план общей электрофикации нашей страны не является проектом теоретиков; он вызван самой жизнью, так как крупная наша индустрия стояла на пороге реформы снабжения ее электрической энергией еще во время мировой войны. Начиная с 1915 г., возникали один за другим проекты устройства крупных областных станций и составлялись компании капиталистов для проведения этих предположений в жизнь. Теперешний план разделения России на 30 округов с районными станциями в их центрах лишь систематизировал и свел воедино отдельные проекты предпринимателей. Эта стихийная тяга к электродвигателям была заметна не только среди крупных промышленных предприятий, — она охватила даже мелкие артельные учреждения. Кооперации маслоделов, лесопильщиков и пр. стали обзаводиться в складчину

собственными электрическими станциями. В Дании это произошло уже более десяти лет тому назад, и теперь отдельные мелкие станции датских кооперативов заменены током более мощных станций. То же со временем произойдет и у нас.

А насколько необходима общая электрофикация наших механических двигателей, по ее способности вызывать рост последних,— можно судить по тому печальному для нас обстоятельству, что довоенная мощность всех механических двигателей в России составляла лишь 10⁰/₀ общей мощности их в Северо-Американских Соединенных Штатах. 13.000.000 лошадиных сил у нас и 130.000.000 в Америке... Будем надеяться, что, с окончанием постройки наших 30 районных станций, это отношение изменится к лучшему.

III.

Тепловое действие тока.

Применение электрического тока в качестве источника тепла в различных отраслях техники хотя и обширно, но далеко уступает применению его как носителя механической энергии. Объясняется это дороговизной тепла, развиваемого током.

Правда, что коэффициент полезного действия электронагревательных приборов выше, чем отдача печей и других приспособлений для превращения химической энергии топлива в тепловую; правда, что в них допустимо дробление энергии, не достигаемое в приборах с топливом (что несколько уменьшает разницу стоимостей тепла, полученного тем и другим путем), — но все же широкое применение электричества, как источника тепла, а тем более окончательное вытеснение им дров, угля, мазута и др. видов горючего возможно будет лишь тогда, когда стоимость эта сравняется. Мы уже не раз говорили, что чем крупнее центральная станция, тем дешевле энергия, ею вырабатываемая. В том случае, когда станция сможет отпустить потребителю энергию по цене 10 килоуатт-час, равной стоимости одного пуда угля, никто не станет пользоваться последним. Тепловая единица, полученная тем или другим путем, обойдется в этом случае одинаково. Приблизительно это будет при цене тока в деся-

теро меньшей той, которую за него брали городские станции с своих абонентов в до-военное время. Но даже при условии некоторой неэкономичности тока в технике предпочитают пользоваться им, а не другими источниками тепла в некоторых определенных случаях. Дело в том, что иногда ток по-просту незаменим топливом. Топливо, например, ни при каких условиях его сжигания не может дать такой температуры, которую может развить электрический ток.

Очень и очень многие даже не подозревают, что огонь (пламя) может иметь весьма различную температуру, и думают, что как кипящая вода всегда имеет 100° (при нормальном давлении), так и огонь должен иметь какую-то, правда, значительно более высокую, но все же постоянную температуру. В действительности дело обстоит не так просто. Каждое горящее вещество может дать пламя лишь определенной температуры. Последняя зависит от теплотворной способности топлива и от теплоемкости продуктов его горения. Зная количество последних, вычисляемое по химическому составу топлива, можно теоретически определить максимальную температуру, развиваемую данным топливом. К сожалению, эти теоретические температуры, весьма высокие по вычислениям, не могут быть достигнуты при сжигании топлива в обычных условиях. Так, например, уголь наилучшего качества при сжигании его в специальных лабораторных приборах, — калориметрах, — может развить до 12.000° , будучи мгновенно сожжен в мелконстолченном виде в атмосфере сжатого кислорода. Тот же уголь, сгорая в заводских печах, может, и то при соблюдении известных условий, дать температуру около 2000° . Между тем, многие вещества плавятся или разлагаются

при температурах более высоких. Для их расплавления или разложения нельзя обойтись без электрической печи, в которой их можно нагреть до 3000°, и если бы были вещества, не поддающиеся этому жару, то и выше.

Ранее всего теплота, доставляемая электрическим током, нашла применение в промышленности для указанной цели, а впоследствии была использована и возможность точной регулировки высоких температур, что в некоторых производствах существенно важно.

Электрическое нагревание производится в технике тремя путями: вольтовой дугой, индуктивным током и прямым или переменным током в тугоплавких проводниках. Приборы последнего типа нашли применение и в обиходной жизни в качестве электрических комнатных и кухонных печей и нагревателей самого разнообразного назначения.

Печи с вольтовой дугой и с индуктивным током применяются, главным образом, в металлургии.

Электроды для образования вольтовой дуги берутся оба угольные или один угольный, другой железный, охлаждаемый изнутри водой. Иногда вторым электродом служит самый тигель, в котором производится плавка. Преимущественно такие печи служат для плавки стали, получающейся в них однородной и хорошего качества, что восполняет дороговизну плавки. Продукт, даваемый электрическими печами, допускает разнообразие состава в зависимости от назначения металла (пушечная сталь, броневая, инструментальная и пр.) и превышает своими достоинствами продукт плавки в печах других типов.

В печах подобного рода, как применяемые для плавки стали, получают кальций-карбид, карборунд

(сплав углерода с кремнием, служащий для шлифования), различные тугоплавкие металлы, каковы хром, вольфрам, осмий и др., и, наконец, алюминий из боскита. Широкое применение алюминия в технике и, в частности, в электротехнике, где он теперь конкурирует с медью в качестве материала для проводов, стало возможным только с применением для его добычи электрической печи. Так как в процессе получения алюминия и ряда других веществ играет роль не только тепловое, но и химическое действие тока, то мы оставим описание этого процесса до следующей главы.

Плавильная печь, работающая индукционным нагреванием, представляет по внешнему виду нечто в роде большого жернова из огнеупорного материала, с пустым пространством в середине. Внутренний диаметр печи равен $\frac{1}{3}$ наружного, а на расстоянии $\frac{2}{3}$ радиуса печи сделан желоб, от которого идет отвод к отверстию, закупоренному глиной. Если бы желоб наполнить водой, она образовала бы замкнутое кольцо, и если бы откупорить отверстие, то вылилась бы через него. Во внутренность печи помещают сердечник, окруженный обмоткой для тока высокого напряжения. Внешней обмоткой, составляющей единственный виток, служит материал для плавки, которым заполняется желоб. Пропуская через внутреннюю обмотку переменный ток, силой в 100 ампер и напряжением в 500 вольт, возбуждают в витке ток низкого напряжения такой колоссальной силы, что материал плавится и может быть выпущен из печи по удалении глиняной пробки.

На ряду с электрическими сталелитейными печами существуют доменные печи для выплавки чугуна из руды при помощи электричества. Через свод домны

для этого пропускают электроды. Начало плавки идет, как в обыкновенной домне, на угле, а затем уже пускают ток, идущий по кратчайшему направлению от электрода к электроду. Расход тока в таких печах достигает 9.000 ампер. Сгорание угля происходит за счет кислорода руды, не требуя вдувания воздуха в домну, что дает большую экономию топлива. Срок работы домны приблизительно тот же, что и при обыкновенной плавке с дутьем. Первоначально такие печи были осуществлены в Америке, откуда в Европе их первыми заимствовала Норвегия; она имеет центральные станции дешевой энергии, работающие силой падения воды. Лет 6 тому назад в России был сконструирован новый тип электрической печи профессором Ижевским. Его печь в отношении расхода тока экономнее описанной выше печи Геру.

Электрическая сварка металлов, одно время почти было вытесненная автогенной сваркой, вновь вошла в техническую практику, особенно при ремонте паровых котлов и различных машин. Производится сварка различными способами, из которых наиболее применимы следующие. Свариваемый предмет соединяется с одним из электродов источника тока, а с другим электродом соединяется угольный стержень. Рабочий действует им, как горелкой автогенного аппарата: между острием стержня и поверхностью обрабатываемого предмета возникает вольтова дуга, если, прикоснувшись угольным стержнем к металлу, отвести уголь на несколько миллиметров вверх. Под влиянием высокой температуры вольтовой дуги (температура ее около 3500°) металла с поверхности плавится. Так же плавится и тот кусок металла, который вносят в пламя дуги, и заливает трещину или раковину в исправляемом предмете. По другому способу угольный электрод заменяется прямо

штифтом из такого же металла, из какого сделан свариваемый предмет. Кроме того, в некоторых случаях пользуются для сварки особым приспособлением, которое можно назвать сварочной горелкой. Горелка состоит из двух угольных стержней, соединенных с разноименными полюсами источника тока, расположенных под наклоном около 120° друг к другу. Между углями вводится электромагнит, чтобы поднять вольтову дугу вверх. Обмотка электромагнита питается током, образующим дугу, и вводится последовательно в провод, соединяющий один из углей с соответственным полюсом генератора тока.

Во всех случаях ток берется постоянный, напряжением около 50—60 вольт. Так как сила тока во все время сварки меняется, достигая максимума при соединении угольного или металлического штифта с обрабатываемым предметом, а при работе по третьему способу — при соприкосновении обих углей с предметом, — то приходится вводить в цепь особые сопротивления. Конечно, при этом неизбежна напрасная трата энергии. Чтобы, по возможности, уменьшить эту потерю, Креммер сконструировал специальную динамо для сварочных аппаратов. Динамо дает нужное для сварки напряжение и равномерный по силе ток, несмотря на значительное изменение сопротивления во время работы, возрастающего при увеличении длины дуги и падающего почти до нуля при коротком замыкании в момент прикосновения штифтов к обрабатываемой поверхности.

Нагревательные приборы, действующие постоянным или переменным током, нагревающим проводники, устроятся весьма и весьма разнообразно, но сущность действия их одинакова. Плохой проводник тепла, например: асбест, стекло, фарфор и т. п.,

окружает тончайшую платиновую или железную пластинку или проволоку. Пластинка или проволока, представляя большое сопротивление проходящему через нее току, при пропускании последнего, раскаливается, а окружающий ее плохой проводник тепла нагревается и нагревает окружающий воздух или предмет, приведенный в соприкосновение с прибором.

Так устраиваются электрические комнатные печи и различные нагревательные приборы домашнего обихода. Для нагревания жидкостей плохой проводник тепла не обязателен; накаливаемая проволока в этом случае иногда вводится прямо внутрь сосуда, наполняемого согреваемой жидкостью. Металлическая поверхность, хорошо проводящая тепло, должна с веществом, его окружающим, иметь прочную связь. Так как при нагревании тела расширяются, а при охлаждении сжимаются, то коэффициенты расширения изолятора (плохого проводника, аккумулирующего тепло) и проводника должны быть одинаковы. Изолятор должен быть настолько упруг, чтобы постоянная смена в нем расширения и сжатия не вызвала разрывов и трещин. Кроме того, он должен быть настолько тугоплавким, чтобы не размягчаться даже при накаливании окружаемого им проводника до-красна. Изолирующая его способность должна быть значительной, давая возможность питать приборы токами высокого напряжения. Проволока погружается в изолирующую массу вблизи ее поверхности для более быстрой передачи тепла внешней металлической оболочке или окружающей среде.

Чтобы удовлетворить всем вышеприведенным условиям, потребовалось много опытов и труда со стороны электротехников, и нельзя сказать, чтобы ныне применяемые нагревательные приборы достигли абсо-

лутного совершенства: они еще могут быть во многом улучшены. Электронагреватели описанного типа, применяемые в заводской практике, устриваются так же, как имеющие применение в домашнем быту. Варьируется лишь форма приборов и пределы той температуры, которая является максимально-допустимой для каждого данного случая технического применения тепла. Такая регулировка достигается введением плавких предохранителей, автоматически выключающих ток, если сила его увеличивается до размеров, опасных для прочности прибора.

Преимущественно пользуются такими нагревателями в тех производствах, в которых всякий другой способ повышения температуры опасен, а именно может вызвать взрыв, загорание или непоправимую порчу обрабатываемого вещества. Таковы, например, производства: бездымного пороха, целлулоида, масла экстракционного и др., в каковых применяются значительные количества взрывчатых или легко воспламеняющихся веществ.

В целлулоидном производстве электрическое нагревание применяется уже около 10 лет. Ранее обработка этого в высшей степени горючего вещества производилась перегретым паром, и надо было иметь строгий контроль за температурой, потому что для полного размягчения целлулоида она должна быть не менее 120° , а при 137° целлулоид уже воспламеняется.

В настоящее время с применением электронагревателей отпадает как необходимость такого контроля, так и опасность самовоспламенения целлулоида; электронагреватель автоматически регулирует температуру и автоматически же прекращает нагревание при приближении к опасному пределу.

По мере удешевления электрической энергии расширяется и применение электронагревателей в области обрабатывающей промышленности. Громадным удобством их применения является еще возможность регулировать развиваемую ими температуру в пределах десятых долей градуса, быстро доводя ее до нужной степени.

Так, с 1913 г. электронагреватели стали, напр., применяться в литографском деле для нагревания барабанов, машин для печатания иррыков, штамповых прессов, медно-печатных машин и клея.

Главную же роль пока играют они в хлебопекарном производстве, давно уже вышедшем на западе из стадии кустарно-ремесленной и поставленном на степень технического прогресса всякого иного фабрично-заводского предприятия. Хлеб из механических пекарен всегда вкусное, однообразное по составу, лучшие выпечен, а главное замешан и выпечен при соблюдении значительно большей чистоты и гигиеничности, чем в мелких ручных пекарнях.

Опишем одну из крупных американских пекарен. Она находится в Мильвоке. Ее печь за один прием выпекает 80 больших хлебов. К преимуществам печи нужно отнести: малые размеры, отсутствие золы и сажи, невысокую температуру в помещении пекарни. В этой печи имеется 5 камер для печения, расположенных друг над другом. Необходимая для печения температура устанавливается через $\frac{1}{4}$ часа после включения тока. При стоимости энергии в $1\frac{1}{2}$ цента за килоуатт-час и при печении в сутки 14400 хлебов, стоимость печения одного хлеба обойдется около $\frac{1}{4}$ копейки. Пшеничный хлеб печется в полчаса, ржаной в $\frac{3}{4}$.

В одной из самых больших пекарен Цюриха уже много лет применяют электричество для печения

булок и кондитерских изделий. Печь расходует 60 ампер тока при 500 вольтах напряжения. Нагреватели заключены в железные трубы, проложенные вдоль стен и потолка внутренней камеры печи. Снаружи печи имеется ряд выключателей и переключателей, допускающих различные комбинации включения в цепь нагревателей, а, следовательно, и получения в печи той или другой температуры. Печь так хорошо изолирована, что после окончания печения в ней хлеба и по выключении тока долго еще сохраняет температуру, достаточную для печения кондитерских изделий. Ток включается только на несколько часов перед печением хлеба. Попутно в печи кипятится вода, нужная в производстве. Внутри печь освещается электрической лампой. Наблюдения первого же года показали, что печь втрое экономичнее обычной.

IV.

Химическое действие тока.

В производствах обрабатывающей промышленности электрическая энергия применяется, как мы видели выше, предварительно трансформируясь в энергию механическую или в тепловую. Есть, однако, отрасль техники, возникшая сравнительно в недавнее время, в которой электрическая энергия применяется как таковая и, следовательно, никаким другим видом энергии заменена быть не может, — или частью как таковая, а частью трансформируясь в тепло. Это применение электричества вызвало к жизни ряд электрохимических производств, в которых для совершения химических реакций либо необходимо применение тока, либо высоких температур, сопровождаемых током.

Весьма многие сложные химические вещества способны при прохождении через них тока определенного напряжения разлагаться с выделением на катоде водорода или металлов, а на аноде — остатка или результата действия этого остатка на воду. В практическом отношении важнее всего разложение солей. Самый процесс разложения сложного химического вещества носит название электролиза, а вещества, способные к такому разложению, — электролитов. Соли в отношении продуктов, получающихся при

электролизе, делятся на два класса. Соли первого выделяют при электролизе металлы, разлагающие воду, с выделением из нее части водорода; соли второго класса выделяют металлы, не действующие на воду. Применение электролиза солей второго класса в промышленности весьма обширно, как для получения многих металлов в химически чистом (рафинированном) виде, так и для осаждения металлов, т.-е. гальваностегии и гальванопластики.

Почти вся медь, применяемая в электротехнике, готовится электролизом из ее растворимых солей, в которые предварительно переводится выплавленная из руд медь растворением в кислотах. Такой сложный путь оказывается экономичным, так как, давая медь химически чистой, допускает делать из нее для тока определенной мощности более тонкие провода, чем из нечистой меди, проводимость которой значительно хуже.

Подобным же электролитическим путем пользуются ныне в крупном масштабе для выделения золота из кварцевых пород, для чего измельченная горная порода обрабатывается раствором цианистого калия, дающего с золотом двойную растворимую соль. Раствором наполняют ящики, снабженные рядами параллельно расположенных железных анодов и свинцовых катодов. При пропускании тока золото осаждается на свинце, и, когда слой его будет достаточно толстым, свинцовые листы вынимают и сплавляют, удаляя из сплава легкоплавкий свинец. Раствор, лишенный золота, направляют вновь на золотосодержащую породу, и так повторяют несколько раз. При электролитическом способе получения золота выделение последнего из породы происходит значительно совершеннее, чем при прежних методах амальгамации

ртутью, а тем более при отливке водой. По этому способу даже вторичная переработка отходов, полученных при прежних способах добычи золота, оказывается приносящей значительную выгоду.

Весьма возможно, что в дальнейшем, когда земные месторождения золота окончательно иссякнут, его станут, при помощи электричества, добывать из океанов, пропуская ток через морскую воду. Приблизительное вычисление показывает, что общее количество растворенного в океанах золота доходит до 1200000000 тонн: это соответствует сумме около полумиллиона золотых рублей на каждого обитателя земного шара. Попытки выделения золота из морской воды, и притом в теоретическом отношении удачные, производились неоднократно, но в экономическом отношении они не оправдали возлагавшихся надежд. Это дело опять-таки относится к электротехнике будущего.

Золото, добытое отмывкой или амальгамацией, рафинируется при помощи электролиза,—при чем из русского золота при этом выделяется более дорогая, чем оно, платина, являющаяся его частым спутником.

Металлы, входящие в состав крайне тугоплавких и сложных по составу минералов, извлекаются из них упомянутым совместным действием тока и тепла. Так, например, получают алюминий, в первое время своего получения ценившийся дороже серебра, а сейчас настолько подешевевший, что им во многих случаях заменяют медь.

Сущность процесса первоначально сводилась к расплавлению дешевых соединений алюминия и разложению их током, но впоследствии нашли более выгодным накалывать током смесь глинозема, меди и угля, получая в результате алюминиевую бронзу, которая по своим техническим качествам находит более широкий круг

применения, чем чистый алюминий. Подобным же образом получают сплав алюминия с железом — ферроалюминий, прибавляемый к стали для предотвращения раковины (внутренних пустот, зависящих от выделении газов из расплавленного металла при слишком быстром его застывании) в стальных отливках. Чистый же алюминий теперь готовят в железных ваннах, выложенных изнутри пластинами угля, служащими катодом; анодом печи служат тоже угольные пластины, погружаемые внутрь печи. Крупнейшие алюминиевые заводы находятся на берегах водопадов, т. е. около гидро-электрических центральных. С введением в технику транспортного дела автомобилей, а затем и аэропланов, алюминий нашел особо важное применение для изготовления сплавов, по прочности почти не уступающих стали, но весьма легких. Таковы его сплавы с магнием и другими металлами: магниевый, дуралюминий и др.

В частности магний, известный большинству по его способности гореть на воздухе ослепительно белым светом, тоже получается электролитически из расплавленного хлористого магния. Напряжение при этом процессе (как и вообще при электролизе) не велико, около 6—8 вольт, сила же тока огромна.

Попытки получить электролизом кальций из известки, впоследствии увенчавшиеся успехом, вначале привели к открытию весьма интересного соединения кальция с углеродом, — кальций-карбида. Вернее сказать, к его техническому получению, так как он был известен химикам и раньше, но получался в малых количествах лабораторным путем и другим способом. Кальций-карбид, разлагая воду и, в свою очередь, разлагаясь ею, дает при действии на воду газ ацетилен и известь. Лет 15 тому назад ацетилен нашел широкое приме-

нение для освещения, конкурируя даже с электрическим светом. Однако, дальнейшее удешевление электрической энергии, в связи с изобретением ацетилена в присутствии воздуха, быстро ликвидировало эту конкуренцию.

Еще одно соединение углерода, — карборунд или кремнеуглерод, применяемое вместо наждака для шлифовки, было получено тоже случайно. Изобретатель надеялся разложить током песок, но вместо чистого кремния получил вещество, оказавшееся настолько полезным, что теперь существует ряд специально карборундовых заводов для его получения. Тот же изобретатель превратил карборунд дальнейшим действием тока в искусственный графит, могущий по стоимости получения и качеств конкурировать с естественным.

Еще до изобретения динамомашин применяли ток от гальванических батарей для разложения водных растворов солей тяжелых металлов и осаждения последних на металлических же предметах, соединенных с катодом батарей (гальваностегия), или для покрытия металлическим слоем не-металлических форм, покрытых для проводимости порошком графита (гальванопластика). Открыт и изучен этот процесс русским ученым Якоби еще в 1836 г., но широкое применение в технике получил лишь к концу прошлого века, в особенности с заменой дорогого тока от батарей дешевым от динамо постоянного тока малого напряжения. Гальваностегия производится чуть ли не всеми металлами и даже сплавами их, но преимущественно никкелем (никкелирование) и драгоценными металлами (гальваническое золочение и серебрение), а также медью (омеднение типографских клише и т. п.). Последней же предварительно металлизуют такие

предметы, как кружева, цветы, насекомые и пр., в дальнейшем подвергаемые золочению и серебрению для получения художественно-промышленных изделий. Достоинства гальванопластики и гальваностегии заключаются в том, что они: 1) заменили вредное для рабочего золочение и серебрение при помощи ртути, 2) удешевили ряд предметов, позволив делать их из более дешевых металлов, 3) размножили фабричным

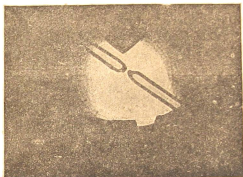


Рис. 6. Внутренность электрической печи Биркленда.

путем изделия художников, 4) удешевили иллюстрацию книг, заменив ручные гравюры цинкографиями и др. механически получаемыми клише и пр. Недостаток: опасность случайного отравления применяемыми в процессах веществами.

Электрический ток не только разлагает сложные вещества, но и синтезирует их из простейших. Так,

напр., упомянутый выше ацетилен образуется при введении вольтовой дуги между угольными электродами в атмосферу водорода. Интерес этого процесса чисто теоретический, но зато синтетическое получение азотистых веществ электрическим путем имеет громадное практическое значение. Сырым материалом в этом случае является воздух. Турбинный компрессор (т. е. насос) вгоняет его в печь, внутри которой находится вольтова дуга (рис. 6), окисляющая часть азота воздуха в окись. Смесь окиси азота с избытком воздуха имеет температуру около 1000° , чем пользуются, пропуская ее через заводские приборы, требующие нагревания, а затем вводя в окислительную камеру, где окись азота переходит в двуокись. Последнюю в присутствии воды переводят в азотную кислоту или ее соединения, напр., так назыв. „норвежскую селитру“, — кальциевую соль азотной кислоты, нашедшую применение в качестве превосходного искусственного удобрения и освободившего Европу от зависимости от привозной калиевой селитры из Чили.

Различными конструкторами печи устраиваются различно (рис. 7). По первоначальному методу Биркленд-Эйде электроды дуги и сама она находится в поле сильного электромагнита; электроды горизонтальные, питаемые током силою в несколько сот ампер. Дуга под влиянием магнита принимает форму диска диаметром более сажени. В печах позднейших конструкторов дуге придется вид вытянутого до 3-х сажень языка пламени, имеющего вихревое движение. Из русских конструкций можно указать на печи Мостицкого, Горбува и Миткевича. Недостаток норвежского способа — большая трата энергии, так что заводы необходимо устраивать на токе от гидростан-

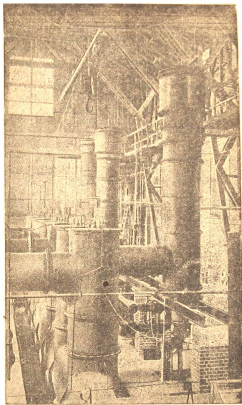


Рис. 7. Добыча азота из воздуха.

ний. В Германии способ усовершенствован за время войны и требует в 5–6 раз меньше энергии, так что можно пользоваться более дорогим током. Получают сложные соединения: кальциевое производное цианамиды, мочевины и пр. Способ этот сыграл для Германии большую роль во время войны. Достаточно сказать, что до войны она ввозила 43 милл. пуд. и производила 33 милл. пуд. удобрений, а сейчас производит 132 милл. пудов. Получаемые электрическим путем азотистые соединения применяются, сверх того, для изготовления взрывчатых веществ и в других отраслях химической промышленности.

Можно сказать, что начало нашего века использовало воздушный океан как механически (аэропланы), так и химически.

Многие соли и щелочи добываются в настоящее время почти исключительно при помощи электричества. Так, напр., получают бертолетову соль, применяемую в медицине и в технике, пропуская ток через раствор сильвина, в ваннах с платиновым анодом и свинцовым катодом, при нагревании. На холоду так получают едкое кали, а из поваренной соли — едкий натр. Последние заводы в связи с получением соды функционируют и у нас, напр., около гор. Славянска. Выделяемый при этом водород может быть собран и сжат под громадным давлением в стальных баллонах. В таком виде он применяется для наполнения аэростатов и для других целей. Побочию на тех же заводах готовят белильную известь, пользуясь известью, остающейся в печах после прокаливания известняка при получении угольного ангидрида (он идет для получения соды из едкого натра) и хлором, выделяющимся при разложении поваренной соли.

В ткане-белильном деле можно прибегать непосредственно к получению белильной извести, действуя током на раствор поваренной соли, смешанный с известью, по способу А. П. Лидова и С. Н. Степанова.

Током пользуются для очищения питьевой воды и воды для питания заводских и паровозных паровых котлов.

Для предупреждения разъедания их стенок накипью тоже прибегают к электролизу воды внутри котла, при чем анодом служат железные пластины, а катодом — стенки самого котла (так назыв. кумберг-ландский способ).

Весьма многое обещают ведущиеся с 1909 года попытки приложения электричества к процессам органической химии. Говоря о добыче азотистых соединений из воздуха, мы упомянули и о получении при этом так назыв. „органических“ соединений, напр., мочевины. Гафнер и Кристи выработали метод получения могущего бродить сахара из крахмала в автоклаве, где анодом служит уголь, а катодом — медная труба автоклава. Напряжение тока при этом требуется в 100 вольт. Винный спирт, повидимому, даже экономически выгодно получать уже не брожением, а синтетически. Для этого ацетилен, получаемый по вышеописанному способу из карбида, проводит через горячую серную кислоту, в которой находится окись ртути, получая при этом ацет-альдегид. Пары последнего смешиваются с водородом, получаемым также электролитическим путем, так назыв. катализатором, при чем альдегид восстанавливается в спирт. В 1918 г. электрическое об-во Лонца в Швейцарии взяло патент на этот способ, рассчитывая готовить ежегодно до 3500 тонн алкоголя по цене ниже обычной.

Есть и еще более интересные попытки, пока не вышедшие из стадии лабораторных опытов, применения электричества к синтезу наиболее сложных органических соединений, а именно белковых. Это лишь начальный этап, по которому пойдут научные исследования, долженствующие в конечном результате осуществить давнишнюю мечту химиков: искусственное (синтетическое) получение пищевых веществ.

Несколько в стороне от чисто химического действия тока стоит процесс катафореза. В некоторых случаях одновременно с электролизом идет механическое перемещение электролита, обычно к катоду. На этом принципе уже довольно давно Шверин выработал метод уплотнения и осушки взмученных в жидкости твердых веществ (напр., торфа, ализарина и пр.), как бы выжимая из них током жидкость. Мой покойный отец в 1907 г. на фабрике Бормана в Харькове применил, основанный на этом принципе, выработанный им способ очистки мутных сточных вод. Далее имелись предложения очищать катафорезом фарфоровую глину от примесей. Дороговизна тока до сих пор делала подобные его применения не экономичными, но с постепенным ростом мощности центральей они станут, быть-может, практически применимы.

V.

Электрофикация строительного дела.

Конечно, приложение электричества к строительному делу лишь косвенно связано с темой нашего очерка—электрофикации обрабатывающей промышленности,—постольку, поскольку речь идет о строениях и иных сооружениях, предназначенных обслуживать промышленность. Но мы все же упомянем и об этой сравнительно новой отрасли электротехники, в виду возможности ее развития в близком будущем. Последнее связано с развитием мощности и числа центральных станций, которые, в конечном идеале, должны дать возможность в любом пункте страны пользоваться энергией более дешевой, чем энергия каких-либо иных механических двигателей или рабочих рук.

Применение электричества во время самой постройки зданий, в отличие от оборудования им зданий уже готовых, пока поставлено сравнительно узко. Исключением являются сооружения, относящиеся к области гидротехники, одной из вообще наиболее механизированных отраслей строительного дела. Нельзя, однако, сказать, что и в остальных отраслях оно не может быть столь же продуктивно использовано. Там, где здания возводят с заменой дорогого и кропотливого ручного труда машинным, как это имеет место в круп-

ных городах Америки, электрификация строительного дела сделала заметные успехи, у нас же и даже в Западной Европе она носит пока скорее случайный характер. А между тем электрической тягой можно заменить отвозку вынутой из котлованов земли. При больших сооружениях, с особо значительным углублением ниже поверхности земли, можно, сверх того, применить электромоторные лебедки для подъема земли вверх и установить откачку воды, заливающей котлованы, электрическими насосами. Они легко переносятся с места на место и хорошо регулируются во время работы. Забивка свай под фундамент вызывает применение копра, в котором баба поднимается вверх электромотором. Такой копер занимает меньше места, чем паровой, не требует подвозки топлива и воды и прокладки паропроводных труб.

Главным же образом применимы при постройках легко перевозимые с одного на другое место электрические подъемные краны, присутствие которых значительно упрощает возведение лесов вокруг сооружаемого здания и освобождает рабочих от крайних тяжелых и опасной работы втаскивания кирпичей и других строительных материалов на спине или в бадах. При крупных постройках, имеющих значительное протяжение по фасаду, краны делаются „мостовые“, могут передвигаться по рельсам, проложенным параллельно фасаду. Здания, занимающие по плану небольшое пространство, обслуживаются поворотными кранами, а при постройке обыкновенных жилых домов довольствуются шахтенными подъемниками, доставляющими строительный материал в определенный пункт того или иного этажа, откуда он переносится к месту работы уже вручную. Металлические части (фермы, балки) могут подаваться на постройку электромагнит-

ным крапом, подобным применяемому на металлообделочных заводах.

В том же случае, когда сооружение грандиозно (напр., когда строят хлебный элеватор или небоскреб), кирпич рабочим подается беспрерывно в ковшах, укрепленных на бесконечном полотне, приводимом в движение электромотором. Электромоторы же применяются для вращения камнедробилок, мешалок для известкового и цементного растворов и для изготовления бетона.

Там, где постройка ведется интенсивно в несколько суточных смен рабочих, т.-е. днем и ночью, прибегают в ночное время к освещению места работы яркими многосвечными лампами накаливания или дуговыми фонарями. В Америке работа при электрическом свете давно уже получила широкое распространение. В частности, она применялась при постройке знаменитого Панамского канала, где для освещения служили мощные прожекторы, устанавливавшиеся по несколько штук на достаточном расстоянии от места работ, во избежание повреждения при взрывных работах.

Вообще, как постройка Панамского канала, так и дальнейшая его эксплуатация могут служить хорошим примером применения электричества в гидротехнике. Так, при помощи электричества были произведены бетонные работы канала, потребовавшие на одно устройство шлюзов колоссальное количество бетона, равное 5000000 куб. метров! Шлюз в Гатуне представляет величайшее в мире бетонное сооружение в 2 милл. куб. м. бетона. Шлюз двойной в 3 яруса. Вся шлюзовая лестница — на основании в 1250 метров, шириною в 133 метра, толщиной в 7 метров. На этой фундаментной плите покоятся две боковых и одна средняя

стены, поднимающиеся на 22—32 метра от дна шлюза. Для перевозки материала служили две электрические станции, оборудованные каждая тремя турбогенераторами по 1500 уатт, при 2200 вольт напряжении. Щебень и песок отправлялись по ответвлению канала, а для разгрузки барж и перевозки материала к местам работы были сооружены 3 электрические проволочно-канатные дороги, работающие от постоянного тока в 500 вольт. Цемент поднимался из барж десятую передвижными электрическими кранами. Из бетоносмесителей с электрическими двигателями приготовленная бетонная масса перевозилась электровозами к канатной дороге.

Центральная станция канала сооружена на Гатунской плотине, и ее гидроэлектрическая установка работает от турбины Пельтана—Френсиса под напором разности уровней воды в Гатунском озере и Тихом океане, равной в среднем 25 метрам. Генераторы с вращающимся магнитным полем развивают трехфазный ток в 2000 килоуатт каждый. Вода, служащая для переправы судов у плотины при помощи шлюзов, питает и турбины, а вращаемые последними динамо дают электрическую энергию для освещения канала, подъема и опускания колоссальных шлюзов и приводят в движение все остальные механизмы шлюзов. Они же питают туземные электровозы и механизмы для погрузки угля на суда, мастерские, водокачки и электровозы Панамской железной дороги. В качестве запасного источника тока, гарантирующего непрерывность функционирования канала, служит электрическая подстанция в Мирафлересе, работающая от паровых турбин. Так как расстояние между концами канала и центральной станцией весьма значительно, то ток посылается при 44000 вольт напря-

жения. Трансформаторы, повышающие ток до указанной величины, питаются током центральной станции в 2200 вольт. Распределительная система, направляющая ток нужной силы в различные места потребления энергии, является шедевром электротехнического искусства, занимая собою две специальных галлерей.

Тяга судов по каналу—буксирно-электрическая. Канаты соединяют проводное через канал судно с четырьмя буксирами-электровозами. Длина канатов регулируется так, чтобы судно шло как раз по средней линии половины канала, назначенной для движения судов в данном направлении. Когда передние электровозы трогаются с места, они тянут за собою судно, задние же при этом натягивают канаты. Изменяя длину последних, можно ускорить или замедлить ход судна или затормозить его. Таким образом судно во время прохождения через шлюз находится под полным контролем и не может повредить стенок канала и его ворот. На рельсовой линии по середине ее проложен третий рельс специального устройства, благодаря которому электровозы могут развить тягу, необходимую для перемещения самых тяжелых судов и подниматься на крутые подъемы. Добавочные колеса, могущие быть сцепленными со вспомогательным рельсом, расположены по средней линии электровоза. Электровозы работают током в 220 вольт, доставляемым подземным кабелем.

Электровозы обслуживают в настоящее время и другие крупные гидротехнические предприятия. Так, в одном из самых больших доков Англии уже много лет тому назад конная и гидравлическая тяга заменена электровозами с аккумуляторами. Электровозы рассчитаны на подъем 6 груженных или 12 порожних вагонов со скоростью 7 миль в час., снабжены

каждый двумя 22-хильными моторами и батареей аккумуляторов в 108 элементов, емкостью 300 ампер часов.

В особенности удачным оказалось применение электричества для разводки и наводки или поднимания и опускания мостов на реках и каналах. Работа здесь периодическая, прерываемая долгим бездействием механизмов, отчего и невыгодно применение паровых или иных механических двигателей, требующих времени для приведения их в состояние готовности. Оттого-то в этом случае прямо и перешли от использования мускульной силы людей к электромоторам. При этом, кстати, оказалось, что оно и экономичнее. Кроме того, электрическое оборудование мостов дает возможность предохранить движущие механизмы от атмосферных влияний, избежать громоздких и непрочных трансмиссий и соблюсти полную синхронность работы отдельных механизмов. Всегда можно устроить так, что движение разводной части моста начнется не прежде, чем опустятся шлагбаумы перед мостом, что одни ворота шлюза начнут закрываться лишь в том случае, когда открыты другие и т. п.

Там, где мосты заменены порогами, электричество опять-таки весьма удобно заменяет ручную, конную или механическую тягу, и таких порогов с электрическими двигателями имеется в настоящее время не мало.

Нет надобности повторять, что все гидротехнические работы, отличающиеся от обычных строительных работ лишь масштабом или местом своего производства, пользуются электричеством не меньше, чем работы на суше. Таковы работы по вывозке земли, по выемке ее со дна водовместилниц, забивка свай, укладка массивов кранами и т. п.

На ряду с такими применениями электричества в области гидротехнических работ случаются и более

оригинальные, напр., подъем затонувших железных судов при помощи электромагнитов.

Электрохимические процессы также применяются в гидротехнике. При помощи электрофореза пропитываются противогнилостными веществами деревянные части подводных сооружений, как это делается со шпалами для железных дорог. Повидимому, даже одно пропускание тока гарантирует дерево от порчи, способствуя разложению древесного сока на составные части, не поддерживающие процессов гниения. В частности, при ремонте гавани в Сан-Франциско было обнаружено, что сваи, служившие для заземления электрических проводов, не подвергались нападениям дровоточца, являющегося одним из сильнейших разрушителей деревянных частей гидротехнических сооружений.

Готовые жилые строения в культурных центрах обильно оборудуются самыми разнообразными электрическими установками. В них применяют моторы для подъемных машин, насосов, вентиляторов, швейных машин и различных хозяйственных принадлежностей: мясорубок, мельниц, аппаратов для мытья тарелок и т. п. Тепловое действие тока используется — как нам уже приходилось упоминать — для печей в жилых помещениях и кухнях, а, кроме того, в прачечных, в ваннах, для обогрева замораживающих зимою оконных стекол, для электрических утюгов и разнообразнейших грелок. Применение электрического освещения настолько общезвестно, что на нем нет надобности останавливаться, как и на оборудовании домов телефонами, электрическими звонками, сигнализаторами для почтовых ящиков, электро-предохранителями от воров и пожаров и пр. и пр.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Центральные и районные станции	3
Районные станции и их преимущества	4
На электрической станции	6
Использование водяной энергии	11
Каширская станция	14
Перспективы электрофикации России	15
Турбодинамо	16
Гидротурбины Ниагары и друг.	18
Использование приливов, дождей, ветра	20
II. Замена пара электричеством	23
Электромоторы и их применение	23
Электромоторы в мелкой промышленности	31
III. Тепловое действие тока	34
Стоимость тепла, развиваемого током	34
Методы получения тепла	35
Электрическая плавка	36
Электрическая сварка	38
Электрические нагревательные приборы	39
Хлебонакарные электрические печи	42
IV. Химическое действие тока	44
Электролиз	44
Добывание меди и золота	45
Добывание алюминия и др. металлов	46
Кальций-карбид, карборун, графит	—
Гальваностегия и гальванопластика	48
Добывание азота из воздуха	50
Получение щелочей	51
Добывание органических веществ	53
Катафорез	53
V. Электрофикация строительного дела	55

АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Петроград, Пр. Володарского, 25. Тел. 152-15.

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ

ЖУРНАЛ

„В МАСТЕРСКОЙ ПРИРОДЫ“

ТРЕТИЙ ГОД ИЗДАНИЯ.

Задача журнала — воспитывать дух любознательности, возбуждать интерес к активному изучению природы, руководить научной самостоятельностью читателей в области естествознания, наполнять их досуг полезными занятиями и образовательными развлечениями.

В вышедших №№ 1, 2, 3 и 4 за 1922—23 г.г.

напечатаны, между прочим, следующие статьи:

Межпланетная сигнализация. Б. А. Смирнова — Современная авиация. Проф. Б. Лобач-Ивченко — Безмоторное летание. К. Е. Вейгелина. — Достижения радиотехники. Проф. А. А. Петровского. — Зарождение жизни на Земле. К. Э. Циолковского. — Признаки погоды и их наблюдение. С. М. Селиванова. — Зимние дороги. А. И. Дзене-Литовского. — Физические экскурсии в природу. Проф. М. Ю. Ниотровского. — Итичи телеса. М. Д. Зорина. — Союз охраны животных. Н. Е. Васильковского. — Странствующие гусеницы. И. Федорова. — Наблюдения над миром птиц. В. Бюнки. — Вторая луна. Повесть А. Треня и проф. Р. Вуда. — Миллион, миллиард, биллион. Я. Перельмана. — Завоевание сил. Проф. И. Ю. Шиндта. — Вечные и даровые двигатели. Ч. Э. Бэнкса. — У крайних границ тепла и холода (с 2 рис.). Я. И. Перельмана. — Климат планет. Проф. В. И. Кеппена. — Величайший в мире телескоп (с рис.). А. А. Чикина. — Путешествие по кровеносной системе (с 4 рис.). Д-ра Ф. Капа. — Беседы по химии. Кое-что о химических названиях и веществах. — Проф. В. И. Верховского, и др.

См. след. страницу.

АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Петроград, Пр. Володарского, 25, кв. 1. Телеф. 152-15.

Из отзывов печати

о журнале „В Мастерской Природы“:

И по разнообразию затрагиваемых вопросов и по форме популяризации журнал вполне оправдывает поставленную редакцией задачу... („Путь Провосенский“). — Прекрасное впечатление производит № 1. Этому способствует интересный и отличающийся разнообразием материал. Журнал приобретает себе широкий круг читателей („Педдагог. Мысль“). — „Очень содержательные, научно-выдержанные очерки. Поинмо научного материала читатель находит здесь и беллетристику. Можно смело рекомендовать всем любителям естествонаучных вопросов“ („Красная Газета“).

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

(только в конторе редакции—Петроград,
пр. Володарского, 25, кв. 1).

ПОДПИСНАЯ ПЛАТА

(в золот.)

В Европ. В Азиат.
России России

на 3 ном. 1 р. 65 к. 1 р. 80 к.
„ 6 „ 3 „ 30 „ 3 „ 60 „

Вышедшие №№ 1922—23 г.

выс. по треб. с налог.
ПЛАТЕЖА

№ 1 и № 2 — по 35 к.

№ 3 и № 4 — по 50 „

В Аз. Рос. — на 5 к. больше.

Подписные деньги зачисляются в золоте
по курсу дня получения.

Отдельные №№ продаются также в книжных магазинах.

АДРЕС РЕДАКЦИИ, КОНТОРЫ И СКЛАДА:

ПЕТРОГРАД.

Пр. Володарского, 25, кв. 1.
Телеф. 152-15.

МОСКВА.

Склад Газетный пер. 9, кв. 27.

Издат. Академическое Изд-во.

Редактор Н. И. Перельман.