

## Из истории электротехники

*По просьбе читателей представляем их вниманию статью инж. П. Гуревича, опубликованную в двух номерах журнала «Электричество» в 1917 г. Вскоре в связи с известными революционными событиями издание журнала было прекращено и возобновилось только в 1922 г.*

### Основные вопросы электрической политики в послѣвоенную эпоху в Россіи

#### I

Среди технико-промышленных проблем, которые выдвинуты были на очередь войной, весьма видное мѣсто в первый період послѣвоенной эпохи, несомнѣнно, займетъ вопросъ о наискорѣйшем и рациональнѣйшемъ развитіи примѣненія электрической знергіи в Россіи.

Каковы бы ни были политическія и экономическія послѣдствія переживаемой нами войны, наступитъ ли в Европѣ по заключеніи мира экономическій подъемъ, какъ после франко-прусской войны 1870—1871 г., или экономическая депрессія, какъ послѣ Наполеоновскихъ войнъ, несомнѣнно одно, что, благодаря гибели колоссальныхъ цѣнностей и миллионновъ продуктивныхъ человеческихъ силъ, в течение цѣлаго ряда лѣтъ послѣвоенной эпохи всѣмъ народамъ придется работать съ меньшими капиталами и съ меньшимъ числомъ рабочихъ рукъ. Благодаря высокимъ налогамъ, дороговизнѣ сѣстныхъ припасовъ, повышенію заработной платы, вздорожанію морскихъ фрахтовъ, увеличенію стоимости всякаго рода сырья и необходимости примѣнять часть прибыли для залѣчиванія ранъ, нанесенныхъ войной, первая заповѣдь для промышленности еще больше, чѣмъ до войны, будетъ гласить: работай дешево, обильно и производительно. Только при строжайшѣмъ выполненіи этой заповѣди народныя хозяйства всѣхъ странъ в состояніи будутъ перенести первые тяжелые годы послѣ войны.

Къ сожалѣнію, ни одна страна не работала до войны таъ нераціонально, дорого, расточительно и непроизводительно, какъ Россія, а изъ различныхъ отраслей русской промышленности этими отрицательными свойствами, какъ подробнѣе показано будетъ ниже, въ особенно большой степени обладала русская электротехническая промышленность.

Въ Германіи уже десятилѣтіе 1900—1910 гг. ознаменовано расцвѣтомъ единственной рациональной формы веденія электрическаго хозяйства— районныхъ станцій, а последнее пятилѣтіе отмѣчено дальнѣйшимъ крупнымъ шагомъ впередъ къ такъ называемымъ Grosskraftwerke, т. е. къ крупнымъ станціямъ для снабженія электрической

энергіей цѣлыхъ провинцій и даже цѣлыхъ государствъ. Русская же электрическая промышленность все еще не вышла изъ стадіи неэкономныхъ мѣстныхъ электрическихъ станцій, тогда какъ использованіе въ мощныхъ районныхъ станціяхъ кинетической энергии текучей воды и накопленной природой потенциальной энергии въ видѣ чернаго бурога сераго угля на мѣстахъ ихъ происхожденія все еще не вышло изъ области платоническихъ желаній и проектовъ.

Въ этомъ нераціональномъ и неэкономномъ хозяйствѣ русскихъ мѣстныхъ электрическихъ станцій заключается, однако, огромная опасность для всего будущаго промышленнаго развитія Россіи.

Возникнувъ для удовлетворенія болѣе высокихъ культурныхъ потребностей и будучи въ первые годы своего развитія роскошью, доступной лишь состоятельнымъ классамъ, электричество, примѣнявшееся сперва только для освѣщенія, къ началу настоящаго столѣтія совершенно изменило свой характеръ, ставъ, благодаря удешевленію электрическихъ лампъ, увеличенію продолжительности ихъ службы, уменьшенію расхода энергии на единицу силы света, постоянному уменьшенію стоимости самой электрической энергии и т. д., по крайней мѣрѣ въ Зап. Европе и Америкѣ, настоятельной потребностью широкихъ трудящихся народныхъ массъ.

Еще въ 1882 г. лампы фабрики Сванъ и К<sup>о</sup> стоили въ Германіи въ оптовой продажѣ 7 марокъ штука, въ 1883/4 г. лампы Эдисона — 5 марокъ и въ 1886 г. лампы Сименсъ и Гальске 3 марки штука. Въ 1890 г. лампы въ 8—10 свечей стоили все еще 1,70 марокъ, но уже черезъ 10 лѣтъ въ 1900 г. цѣна, лампъ въ 16 свечей съ угольной нитью упала до 0,28 марокъ, а въ 1914 г. даже до 0,22 марокъ. Наряду съ понижениемъ стоимости лампъ накаліванія уменьшался и расходъ электрической энергии на единицу силы свѣта — обстоятельство, явившееся съ точки зрѣнія экономики еще болѣе важнымъ. Въ то время, какъ въ 1881г. при лампахъ съ угольной нитью полезная отдача 1 kW равнялась всего 200 свечей, а черезъ нѣсколько летъ 320 свечей, въ 1914 г. благодаря примѣненію металлизированныхъ

угольных нитей отдача эта повысилась до 450 свечей. Самыя широкія перспективы открылись, однако, электрическому освѣщенію послѣ введенія калильных лампъ съ нитями изъ тугоплавкихъ металловъ. У лампы Нернста (1897), примѣняемой, впрочемъ, въ настоящее время только для лабораторныхъ цѣлей, полезная отдача на 1 kW составляла уже 600 свѣчей, у осміевой лампы (1900) и танталовой (1904) по 650 свечей, у вольфрамовой лампы (1906) прессованной—900 свечей, у интенсивной 0,8 ваттной (1913)—1250 свѣчей и у полуваттной (1914) около 2 000 свѣчей.

Если мы далѣе примемъ во вниманіе, что приблизительная средняя продажная цѣна 1 kWh для освѣтительныхъ цѣлей равнялась въ Германіи въ 1900 г. у 46 станцій — 52,4 пфенниговъ, въ 1905 у 152 станцій — 41,7 пфен., въ 1910 г. у 189 станцій — 37,5 пфен. и въ 1912 г. у 184 станцій — 36,1 пфен., то увидимъ, что при цѣлесообразномъ производствѣ электрической энергіи послѣдняя и для освѣтительныхъ цѣлей можетъ отпускаться по такой низкой цѣнѣ, что электрическое освѣщеніе становится болѣе выгоднымъ, чѣмъ газовое или керосиновое. Эволюція тарифовъ на электрическую энергію въ сторону постоянного пониженія ихъ является весьма знаменательной, и ее можно прослѣдить въ Германіи даже во время войны. Въ то время какъ всѣ товары за время войны неимоვნно вздорожали, въ то время какъ цѣны на уголь, смазочное масло и рабочія руки неимоვნно поднялись, крупнѣйшая въ Германіи электрическая станція Berliner Elektrizitätswerke (максимальная мощность въ 1913 г. 192 700 kW) по переходе въ руки Берлинскаго городского управленія въ состояніи была понизить тарифы съ 40 до 30 пфен. для абонентовъ съ расходомъ болѣе 15 000 kWh въ годъ и ввести дешевые оптовые тарифы для небольшихъ квартиръ по числу комнатъ безъ установки счетчиковъ. Та же тенденція замѣчается и въ Америкѣ, где въ начале 1915 г. New-York Edison Co понизила нормальный тарифъ съ 18,4 коп. за 1 kWh до 14,7 коп., давъ благодаря этому возможность дешево освѣщать свои жилища самымъ мелкимъ потребителямъ электрической энергіи, составляющимъ до 90% всехъ абонентовъ.

Что электрическое освѣщеніе, по крайней мѣрѣ, въ Америкѣ и Германіи дѣйствительно получило самое широкое распространеніе въ народныхъ массахъ, чтобы въ самомъ дѣлѣ стать освѣщеніемъ малоимущихъ классовъ, показываютъ слѣдующія цифры. Общее число установленныхъ въ Германіи лампъ накаливанія равнялось до войны (въ 1913 г.) приблизительно 75 миллионамъ противъ 27 миллионновъ газовыхъ лампъ, 21 миллионна керосиновыхъ и 0,5 миллионна спиртовыхъ лампъ. Ввозъ керосина, являющийся въ Германіи масштабомъ

потребленія его для освещенія, повышался въ Германіи до 1898 г., въ теченіе десятилѣтія 1898 — 1908 онъ оставался постояннымъ, а съ 1908 года, благодаря сильному развитію районныхъ станцій и распространенію электрическаго освещенія въ небольшихъ городахъ и селеніяхъ, ввозъ керосина, а слѣдовательно, и примененіе его для освещенія падаетъ съ каждымъ годомъ. Въ виду замѣчаемого въ Германіи стремленія уменьшить потребленіе всехъ ввозныхъ продуктовъ, къ числу которыхъ принадлежит и керосинъ, слѣдуетъ предполагать, что государство и общины сдѣлаютъ все возможное, чтобы въ будущемъ окончательно вытѣснить керосиновое освѣщеніе и замѣнить его электрическимъ. Многое въ этомъ отношеніи уже сдѣлано за время войны путемъ предоставленія всякаго рода льготъ при устройстве электрическаго освѣщенія вплоть до прокладки проводовъ за счетъ станцій или въ разсрочку.

Къ вытѣсненію керосинового освѣщенія электрическимъ, въ виду огромныхъ преимуществъ послѣдняго съ точки зрѣнія улучшенія гигиеническихъ и санитарныхъ условій жилищъ и рабочихъ помѣщеній широкихъ народныхъ массъ, а также повышенія пожарной безопасности, несомнѣнно, слѣдуетъ стремиться въ ближайшемъ будущемъ и въ Россіи, тѣмъ болѣе, что при рациональной постановкѣ производства и распределенія электрической энергіи электрическое освѣщеніе, по крайней мѣрѣ въ городахъ, вполне сумѣетъ конкурировать съ газовымъ и даже керосиновымъ освѣщеніемъ. Газъ и керосинъ имеютъ свою собственную область примѣненія, въ которой электричество, въ ближайшемъ будущемъ по крайней мѣрѣ, съ ними конкурировать не можетъ. Газу принадлежитъ въ большихъ городахъ, несомнѣнно, большая будущность при примѣненіи его для варки пищи, а керосину и нефти — въ качествѣ горючаго для двигателей внутреннего сгорания. Въ русской печати между прочимъ указывалось на желательность распространенія газоваго освѣщенія въ виду того, что въ Россіи ощущается крайняя надобность въ побочныхъ продуктахъ газоваго производства, необходимыхъ для изготовленія взрывчатыхъ веществъ и красокъ, но несомнѣнно, что эти продукты могли бы быть получены въ достаточномъ количествѣ и при переустройствѣ всѣхъ русскихъ коксовыхъ печей для улавливанія побочныхъ продуктовъ коксованія. При хроническомъ недостаткѣ угля въ Россіи и крайней необходимости его для металлургической промышленности сжиганіе угля для освѣтительныхъ целей является съ точки зрѣнія экономии народнаго хозяйства совершенно недопустимымъ, такъ какъ электрическую энергію можно съ успѣхомъ получать путемъ использованія ма-

лоцѣннаго топлива: бурога угля и торфа, а также многочисленныхъ водныхъ силъ.

При оцѣнкѣ того значенія, которое имѣетъ электрическая промышленность въ народномъ хозяйстве, необходимо также принять во вниманіе, что первоначальное назначеніе электричества — освѣщать жилища и улицы, какъ показываетъ статистика, все болѣе отодвигается на задній планъ. Даже самое крупное въ мірѣ осветительное общество Commonwealth Edison Co въ Чикаго, имѣющее наибольшее въ мірѣ число абонентовъ по освѣщенію, отдаетъ для освѣтительныхъ цѣлей, при максимальной нагрузкѣ въ 1914 г. въ 306 200 kW и годовой производительности въ 1 114 130 000 kWh, только 25%, тогда какъ 75% расходуется для движенія и техническихъ целей.

Въ то время какъ въ Соед. Штатахъ число присоединенныхъ киловаттъ для освѣтительныхъ цѣлей за десятилѣтіе 1902—12 съ 1 103 000 возрасло только до 4 082 000 или на 270%, число присоединенныхъ киловаттъ для двигателей за то же время увеличилось на 842% (съ 387 000 до 3 645 000 kW). И если въ 1902 г. число присоединенныхъ kW для освѣщенія превосходило соотвѣтственное число для двигателей въ 3 раза, то въ 1912 г. отношеніе это равнялось всего 1,12:1. При вышеупомянутыхъ расчетахъ приняты были во вниманіе лишь центральныя электрическія станціи. Специальныя же станціи для электрическихъ железныхъ дорогъ, мощность которыхъ въ 1912 г. равнялась 2 508 000 kW, совершенно не были учтены.

Число присоединенныхъ въ 1912 г. электродвигателей равнялось 435 473, возросши съ 101 000 въ 1902 г. на 330,9%. Такъ какъ мощность присоединенныхъ электродвигателей за тот же періодъ времени возросла на 842% (съ 438 000 до 4 131 000 л.с.), то изъ этого слѣдуетъ, что за это время значительно увеличилась средняя мощность электродвигателей. Иначе говоря, электродвигатели постепенно изъ мелкой промышленности проникли въ среднюю и крупную промышленность. Съ каждымъ годомъ отстываетъ на задній планъ электрическое освѣщеніе въ сравненіи съ примѣненіемъ электрической энергіи для другихъ цѣлей и во всѣхъ другихъ странахъ, какъ это можно видеть изъ нижеследующей таблицы:

Город	Берлин	Чикаго	Лондонъ	Москва	Петроградъ
Годъ	1911/12	1911	1910/11	1913	1913
Населеніе въ милл.	2,6	2,2	6,5	1,5	2,0
Полезно отданные kWh на каждого жителя	170	310	110	87	62,5

Отдача въ %:					
для освѣщенія	24	19	61	19	39
» двигателей	45	12	27	40	33
» жел. дор.	31	69	12	41	28

Мы видимъ изъ этой таблицы, что только въ Лондонѣ и Петроградѣ отдача электрической энергіи для освѣтительныхъ цѣлей преобладаетъ надъ другими родами отпуска электрической энергіи. Въ Чикаго же и Москве для освѣщенія расходуется только 1/5, а въ Берлинѣ 1/4 всей полезно отданной энергіи. Чикаго, правда, стоитъ нѣсколько на особомъ положеніи, такъ какъ тамъ огромное количество энергіи расходуется на подземную желѣзную дорогу, зато въ Берлинѣ 45%, а въ Москвѣ 40% всей отданной энергіи тратится исключительно на двигатели.

Въ 1913/14 г., т. е. въ послѣднемъ нормальномъ году до войны, полезная отдача Berliner Elektrizitätswerke, согласно недавно опубликованной статистикѣ, составляла, на примѣръ, 267 589 000 kWh, изъ коихъ для освѣщенія было отдано 62 066 000 или 23%, для двигателей 75,5 kWh миллионъ или 28%, для желѣзныхъ дорогъ 73 069 000 или 27% и токъ высокаго напряженія крупнѣйшимъ потребителямъ (въ подавляющемъ большинствѣ для двигателей) 56 922 000 kWh или 22%.

Въ то время какъ для освѣщенія присоединено было всего 98 000 kW, мощность присоединенныхъ двигателей равнялась 130 000 kW, а число ихъ 45 000.

Приблизительно тотъ же ходъ развитія наблюдается и въ Россіи, где въ 1913 г. четырьмя городами съ наиболѣе крупными электрическими станціями отдано было для освѣщенія только 82 миллионъ kWh, тогда какъ для двигателей и другихъ техническихъ цѣлей израсходовано было 207 миллионъ, а для трамваевъ 89,7 миллионъ kWh. При общемъ отпускѣ въ этихъ городахъ (Петроградъ, Москва, Баку и Лодзь) въ 378,8 миллионъ kWh на освѣтительныя цѣли израсходовано было только 21,6%.

Во всей же Россіи (за исключеніемъ 8 губерній Царства Польскаго) отпускъ электрической энергіи для освѣтительныхъ цѣлей, а также для другихъ техническихъ цѣлей и двигателей представляется въ слѣдующемъ видѣ (въ миллионъ kWh):

Станціи	Для освѣщенія			Для движ. и техн. цѣлей		
	1905	1913	Ростъ в %	1905	1913	Ростъ в %
Центральныя	52,1	175,5	238%	47,9	444,8	820%
Частныя	169,8	209,4	23%	212,4	1045,7	393%
Всего	221,9	384,9	73%	260,3	1490,5	473%

Мы видим из этой таблицы, что расход электрической энергии за 8 лет 1905–13 гг. для осветительных цѣлей увеличился только на 73%, тогда как расход для двигателей и других технических цѣлей возрос на цѣлых 473%, иначе говоря, применение электричества для двигателей и технических цѣлей развилось за это время в 6,5 раза скорее, чем применение для осветительных цѣлей. Если же мы примем во внимание и Царство Польское, то окажется, что во всей Империи расход электрической энергии в 1913 г. равнялся приблизительно 2 000 миллионам kWh, из коих только около 20,5% израсходовано было для освещения и 79,5 для двигателей, тогда как в 1905 г. на освещение отдано было 46%, а для двигателей только 54%.

Особенно характерными являются данные для Лодзи, гдѣ в 1913 г. для освещения отдано было только 3 662 000 kWh против 33 409 000 kWh для двигателей. Мы видим таким образом, что даже в России в городах с сильно развитой промышленностью отпуск электрической энергии для двигателей (без трамвая) превосходит отпуск для освещения почти в 9 раз.

Болѣе чѣм в два раза превосходит отпуск электрической энергии для двигателей отдачу для освещения и на Московской осветительной станціи (51 677 000 kWh против 24 812 000 kWh). Из больших русских промышленных центров большой отсталостью в отношении отпуска энергии для двигателей отличается только Петроград, гдѣ в 1913 г. отпущено было для промышленных двигателей всего только 41 490 000 kWh, против 48 745 000 kWh, отданных для осветительных цѣлей, и 34 872 000 kWh для трамвая.

## II

Здѣсь не мѣсто останавливаться подробнѣ на выясненіи причин, почему электродвигатели в короткое сравнительно время завоевали себѣ столь почетное место в промышленности, став из вспомогательных и второстепенных машин во многих случаях главными машинами, на которых покоится все производство. Кроме легкости передачи электрической энергии для электродвигателей, удобства управления, регулирования и пуска в ход, незначительнаго пространства, занимаемаго электродвигателями, скорости работы, чрезвычайно важной во многих отраслях промышленности, отметим здѣсь только необычайную эластичность электродвигателей. Вряд ли найдется другой родъ двигателя, который с одинаковым удобством может строиться для ничтожных мощностей в 0,1 kW для маленьких вентиляторов и для колоссальных мощностей в 15 000 kW для привода колоссальных прокатных станов.

Такого рода двигатель с максимальной мощностью в 15 000 kW в одномъ якоре установленъ былъ наприимѣръ в 1912 г. на прокатномъ заводѣ общества Sociѣтѣ Anonime des Hautes Fourneaux la Chiers, Longway-Bas.

Значительную роль в распространении электродвигателей в промышленности сыграла и все уменьшавшаяся цѣна ихъ. В 1885 г. электродвигатели стоили в Германіи 142 марки на л.с. Через 25 летъ (в 1912 г.) стоимость ихъ на одну л.с. понизилась в среднемъ до 79 марокъ. Параллельно с этимъ падаль, благодаря улучшенію и лучшему использованию материала, также и вѣсъ электродвигателей на одну л.с. В то время, какъ в концѣ 1880-х годовъ вѣсъ этотъ равнялся 92 kg, в 1905–12 гг. онъ понизился до 27 kg на 1 л.с., т. е. почти в 3,5 раза. Несомнѣнно, что и благодаря уменьшенію стоимости электродвигателей последние могли получить в Зап. Европѣ столь широкое распространение даже в самыхъ мелкихъ отрасляхъ промышленности: у сапожниковъ, портныхъ, столяровъ, мясниковъ и т. д., значительно повысивъ производительность ремесленнаго труда. Разумѣется, однимъ уменьшеніемъ первоначальной стоимости электродвигателей этого достигъ было невозможно, и рука объ руку с уменьшеніемъ первоначальныхъ затратъ на электрическое оборудование ремесленныхъ мастерскихъ шло и постоянное уменьшение эксплуатационныхъ расходовъ в видѣ понижения тарифовъ на энергию для двигателей. В Берлинѣ, наприимѣръ, нормальный тарифъ на энергию для двигателей составляетъ 16 пфен. за kWh (т. е. 7 1/3 коп.) для самыхъ мелкихъ потребителей. Для крупныхъ же потребителей, получающихъ токъ высокаго напряжения, нормальный тарифъ равенъ даже 6,76 пфен. (т. е. 3,1 коп.). В Швейцаріи нормальный тарифъ за энергию для двигателей и т. д. составляетъ всего только 16 сантимовъ за kWh или 6,9 коп. В России же, согласно статистикѣ 1913 г. (см. «Электричество», 1916, № 11), большинство станцій взимаютъ нормально у мелкихъ потребителей за энергию для двигателей 15–16 к. за kWh, т. е. на 100–150% больше, чѣмъ в Германіи или Швейцаріи. В Петроградѣ нормальный тарифъ для двигателей составляетъ 18 коп. за kWh, в Харьковѣ 20 коп., а в нѣкоторыхъ нѣбольшихъ городахъ даже 25 коп. за kWh.

В этихъ дорогихъ тарифахъ, которые справедливо можно назвать запретительными, заключается, однако, большая опасность для всего будущего развитія русской промышленности в послѣвоенную эпоху.

Потеря в людяхъ (убитыхъ и потерявшихъ трудоспособность) къ концу войны составитъ не менее 5 миллионовъ, т. е. около 1/6 всѣхъ производительныхъ рабочихъ в возрасте отъ 19 до 45 летъ. При-

мемь даже, что, благодаря уменьшению праздничных дней и прогульных понеделѣльников при сохраненіи теперешней обязательной трезвости, производительность остальных 5/6 работников повысится до общей нормы производительности Россіи въ довоенное время. Норма эта была, однако, такъ невысока въ сравненіи съ американской и даже западно-европейской, что при сохранении ея и въ будущемъ русская промышленность никогда не сумѣетъ при цѣломъ рядѣ другихъ неблагоприятныхъ условий политическаго, экономическаго и культурнаго характера быстро достичь такой степени развитія, которая поможетъ ей путемъ быстрого поднятія производительныхъ силъ Россіи въ короткое время оправиться отъ ударовъ войны и перейти отъ интенсивной, но съ точки зрѣнія народнаго хозяйства непроизводительной и истощающей работы военного времени къ продуктивному хозяйству мирнаго времени.

Мало того, если русская промышленность и впредь будетъ работать такъ же, какъ до войны, то, несмотря ни на какія оградительныя пошлины, она не въ состояннн будетъ даже на собственномъ рынкѣ конкурировать съ другими странами, безразлично будетъ ли это Германія или Японія и Соед. Штаты, накопившіе за время войны колоссальныя капиталы и настроившіе въ цѣломъ рядѣ отраслей промышленности чудовищныя заводы, зданія и оборудованія которыхъ до конца войны благодаря миллиарднымъ военнымъ заказамъ совершенно будутъ оплачены и списаны.

Какимъ образомъ, однако, русская промышленность въ состояннн будетъ перейти къ дѣйствительно продуктивной и интенсивной работе?

Если мы оставимъ въ сторонѣ тѣ многочисленныя причины общаго характера, тормазившія и тормазящія русскую самодѣятельность, и ограничимся разсмотрѣніемъ лишь техъ узко-техническихъ причинъ, которыя имеютъ близкое отношеніе къ разсматриваемому нами вопросу о будущей электрической политикѣ въ Россіи, то можно смѣло сказать, что одна изъ главныхъ причинъ малой производительности и дороговизны русской промышленности заключается въ слишкомъ маломъ примененіи механической силы.

Наивысшей продуктивностью во всемъ мірѣ отличается, какъ извѣстно, американская промышленность, и объясняется это въ значительной степени тѣмъ, что, нуждаясь постоянно въ рабочихъ рукахъ, она больше, чѣмъ промышленность другихъ странъ, придерживалась принципа достиженія наибольшаго результата при наименьшей затрате живой человеческой силы.

На выставкѣ въ Санъ Франциско въ 1915 г. была показана весьма интересная статистическая таблица, составленная National Electric Light

Association, согласно которой число механическихъ лошадиныхъ силъ въ Соед. Штатахъ равнялось около 120 000 000 (въ томъ числѣ свыше 50 милліоновъ на желѣзныхъ дорогахъ). И вотъ по этому поводу одинъ изъ докладчиковъ на международномъ инженерномъ конгрессѣ сказалъ слѣдующее: «Работа одной механической л.с. равна приблизительно работѣ 10 рабочихъ. Для простоты примемъ, что вышеупомянутые 120 милліоновъ л.с. работаютъ только 8 часовъ въ сутки. Въ этомъ случаѣ потребовались бы 1 200 000 000 рабочихъ, чтобы выполнить колоссальную работу, которая производится въ Соед. Штатахъ механической силой. Иными словами, хотя въ Соед. Штатахъ всего 100 000 000 населенія, производимая въ этой странѣ работа равна двойной человѣческой работѣ всего населенія Китая и Индіи. Вотъ чѣмъ объясняется колоссальный ростъ и процвѣтаніе американской промышленности, ибо единственный рабочий, наблюдающій за правильностью дѣйствія паровой или водяной турбины въ 10 000 л.с., какъ бы руководить работой 100 000 рабочихъ».

И действительно, если мы обратимся къ статистикѣ Соед. Штатовъ относительно примененія механической силы въ различныхъ отрасляхъ промышленности и сравнимъ данныя послѣднихъ лѣтъ съ таковыми для Англїи, одной изъ наиболѣе развитыхъ въ промышленномъ отношеніи странъ Европы, то намъ сразу бросится въ глаза огромное преимущество Соед. Штатовъ. Примененіе механической силы въ отдѣльныхъ производствахъ обѣихъ странъ представляется въ слѣдующемъ видѣ:

Отрасль промышленности	Число механич. л.с. на 100 рабоч.		Цѣнность год. производ. 1 раб. въ фунт. ст.	
	С. Штат.	Англїя	С. Штат.	Англїя
Кожевенная	2 389	847	1054	686
Хлопчатобум.	423	2 214	332	236
Производство инструментовъ	2 069	420	296	137

Мы видимъ такимъ образомъ, что американскій рабочий, благодаря тому, что къ его услугамъ находится большее количество механической силы, въ состояннн производить въ 2 раза больше цѣнностей, чѣмъ рабочий въ Англїи. Извѣстную роль играетъ, конечно, и то обстоятельство, что американцы пользуются болѣе цѣлесообразными методами работы и всѣми новѣйшими усовершенствованіями, но тотъ фактъ, что тысячѣ англїйскихъ рабочихъ въ среднемъ помогаютъ только 172 л.с., а тысячѣ американскихъ рабочихъ — 486 л.с., — несмѣнно, играетъ рѣшающую роль.

Англїя въ 19-омъ вѣкѣ первая перешла отъ живой силы къ механической, что дало ей возможность работать дешевле и продуктивнѣе, чѣмъ

другія страны. Однако, въ первые годы 20-го вѣка вѣ Англии начинается регрессъ, и другія страны, какъ, напримѣръ, Соед. Штаты и Германия, постепенно оперѣжаютъ свою старую учительницу въ отношеніи примѣненія механической силы, и, благодаря этому, английская техника начинаетъ отставать, не можетъ успѣшно соперничать со своими конкурентами на мировомъ рынкѣ, тѣмъ болѣе что живая сила въ Англии при высокой заработной платѣ чрезвычайно дорога.

Въ непрекращающихся въ английской экономической и технической печати преніяхъ о томъ, можетъ ли Англія послѣ войны вытѣснить на мировомъ рынкѣ германскіе фабрикаты, некоторые английскіе фабриканты вполне справедливо заявили, что въ Англии фактически нѣтъ столько рабочихъ рукъ, чтобы изготовить все то, что необходимо для самой Англии и ея колоній, не говоря уже о томъ, чтобы снабжать необходимыми издѣліями и в достаточномъ количествѣ другія страны. И несомнѣнно, что вопросъ о томъ, чтобы въ большей степени замѣнить ручную силу механической, весьма обострится послѣ войны и въ Англии.

Точно также и въ Германіи отчеты заводовъ, изготовляющихъ механическіе двигатели, пестрятъ указаніями на то, что послѣ войны въ виду огромной убыли въ людяхъ, окажется колоссальный спросъ на двигатели, какъ въ промышленности, такъ и въ сельскомъ хозяйствѣ, а потому заводы эти надѣются на блестящую конъюнктуру.

Несомнѣнно, поэтому, что и русской промышленности, чтобы перенести легко первые тяжелые годы послѣ войны, необходимо пойти по пути усиленнаго примѣненія механической силы, такъ какъ только путемъ перехода съ ручной работы на механическую возможно достигъ наибольшаго полезнаго эффекта при наименьшей затратѣ времени, денегъ и силъ.

Изъ всѣхъ родовъ механическихъ двигателей въ огромномъ большинствѣ случаевъ при рациональной постановкѣ производства и распредѣленія электрической энергіи самыми удобными и выгодными являются, несомнѣнно, электродвигатели, и никакимъ другимъ путемъ безъ кореннаго переустройства заводовъ и въ рамкахъ уже существующаго нельзя повысить производительности какого-нибудь предприятия, какъ путемъ его электрификаціи.

Въ странахъ же съ небольшими или эксцентрически расположенными запасами высококачественнаго минеральнаго топлива, вынужденныхъ ввозить значительныя количества угля изъ-за границы, какъ показали опытъ Швеціи и Норвегіи, Сѣв. Италіи, Швейцаріи, Баваріи, Саксоніи и т. д., электродвигатели являются съ точки зрѣнія всего народнаго хозяйства даже единственно рациональнымъ, а въ очень многихъ случаяхъ и единственно

допустимымъ видомъ двигателей, такъ какъ при ихъ примѣненіи представляется возможность использовать имѣющіеся въ странѣ запасы малоцѣннаго топлива и водныхъ силъ.

Такъ какъ къ числу такихъ странъ принадлежитъ и Россія, то рациональное развитіе производства электрической энергіи является у насъ центральной задачей первой послѣвоенной эпохи.

### III

Если мы обратимся къ современному состоянію русской электрической промышленности, то увидимъ, что за весьма немногими исключениями (напримѣръ, московскихъ станцій) русскія электрическія станціи оборудованы въ техническомъ отношеніи нераціонально и прежде всего устарѣлыми машинами. Такъ какъ молодая еще электрическая промышленность находится въ стадіи быстраго развитія, то она за послѣдніе годы сделала такіе колоссальные шаги впередъ, что установленныя на русскихъ станціяхъ 10–15 лѣтъ тому назадъ машины, бывшія, можетъ быть, въ свое время послѣднимъ словомъ техники, въ настоящее время для производства электрической энергіи совершенно непригодны.

По статистикѣ 1913 г. (см. «Электричество», 1915, № 11) имелось, напримѣръ, на 47 станціяхъ съ паровыми двигателями общей мощностью въ 228 562 kW, кроме 70 паровыхъ турбинъ, еще 137 паровыхъ машинъ устарѣлаго типа (около 72 вертикальныхъ и 65 горизонтальныхъ), работавшихъ даже на станціяхъ въ крупныхъ промышленныхъ центрахъ и сѣдвшихъ напрасно огромное количество угля, въ Россіи особенно дорогаго, благодаря чему станціи вынуждены были сохранять свои непомерно высокіе тарифы на электрическую энергію, соответствовавшие положенію электрической промышленности 10–15 лѣтъ тому назадъ. Въ то время какъ въ Берлинѣ нормальный тарифъ для освѣщенія равенъ только 40 пфен. (18,4 коп.) за kWh, въ Петроградѣ приходится платить 30 коп., т. е. на 63% дороже. Объясняются эти высокіе петроградскіе тарифы и цѣлымъ рядомъ другихъ причинъ: дороговизной топлива, машинъ и, особенно, кабельныхъ сѣтей, существованіемъ 3 отдѣльныхъ обществъ съ ихъ дорогимъ управленіемъ и т. д., но несомненно, что и находившіеся въ 1913 г. на петроградскихъ станціяхъ 25 устарѣлыхъ паровыхъ машинъ (при 15 паровыхъ турбинахъ) оказывали на величину текущихъ эксплуатационныхъ расходовъ чрезвычайно неблагоприятное вліяніе.

Но если бы русскія электрическія станціи съ большими матеріальными жертвами и были модернизованы, какъ это предполагается сделать въ ближайшемъ будущемъ съ петроградскими станціями,

то этим все же вопрос о рациональной постановке производства электрической энергии в России не был бы разрешен, так как модернизировать существующие русские электрические станции — это значит в сущности ограничиваться лишь затратами.

Теперьшнее основание русской электрической промышленности, покоящейся исключительно на принципе мелких местных станций с высококачественным топливом, привозимым в буквальном смысле из-за тридевять земель, является по существу нерациональным и противоречащим всяким основам экономики. Каждая новая затрата на этом нездоровом организме, каждая новая крупная центральная станция местного характера явится только лишним камнем преткновения, который через какое-нибудь 10-летие придется обходить или с большими материальными средствами устранять, так как несомненно, что и русская электрическая промышленность самым непреклонным развитием вещей вынуждена будет через 10 лет, а может быть, и раньше, перейти к системе крупных связанных между собой районных станций, которые работают водяной силой или малоцельными бурями и серым углем и общепризнанно являются единственно рациональными и выгодными для производства электрической энергии.

Что одна крупная электрическая станция является в отношении первоначальной стоимости оборудования и текущих эксплуатационных расходов более выгодной, чем ряд мелких станций, имеющих вместе ту же мощность, является, конечно, бесспорным фактом. Но именно потому, что это уже слишком общее место, небезполезно будет привести несколько новейших точных цифровых данных, свидетельствующих о том, в какой степени изменяются расходы по оборудованию электрических станций в зависимости от их величины.

Согласно докладу Н. Е. Parshall на последнем международном инженерном конгрессе в Сан-Франциско, взаимоотношение между эксплуатационными расходами и установленным числом kW выражается следующей таблицей:

Мощность в 1000 kW	20	30	40	60	80	100	150
Относительные эксплуатационные расходы	100	97,5	94	89	87	85	82,5

Мы видим таким образом, что с увеличением мощности станций эксплуатационные расходы падают в весьма значительной степени; по мнению германских специалистов, однако, ввиду ряда других причин за предел в 80–100 тысяч kW выходит не следует, тем более, что при увеличении мощности станции с 100 на 150 тысяч

kW эксплуатационные расходы уменьшаются, всего лишь на какие-нибудь 2,5%.

Уменьшение расходов по производству энергии в крупных станциях вызвано было, главным образом, переходом от поршневых машин к турбогенераторам, благодаря чему удалось повысить мощность отдельных агрегатов до предельной, которые еще 10 лет тому назад показались бы фантастическими.

15 лет тому назад (в 1900 г.) агрегат в 3000 kW с поршневой паровой машиной стоил в Америке по Гобарту около 300 000 руб. или 100 руб. на 1 kW. Теперь турбогенераторы в 30 000 kW, работающие уже на многих американских станциях, стоят меньше 600 000 рублей. Иначе говоря, за эти 15 лет при увеличении мощности агрегатов в 10 раз цена их увеличилась только в 2 раза, так что цена современных агрегатов в 30 000 kW составляет всего 20 руб. на 1 kW. В то время как 15 лет тому назад за 600 000 руб. можно было получить в Америке машины мощностью только в 6 000 kW, теперь за те же деньги можно приобрести турбогенератор в 30 000 kW. Как уже было выше указано, Детройтской электрической станцией заказан был турбогенератор даже в 45 000 kW и трудно даже сказать, до каких максимальных мощностей дойдет конструкция паровых турбин, особенно после перехода к более высоким давлениям пара в 17 kg/cm<sup>2</sup> и выше, которые, по мнению американских конструкторов, вполне возможны.

По германским данным, расходы по приобретению электрических машин составляют при агрегатах более 6 000 kW около 70 марок (32 рубля) на 1 kW, при агрегатах же всего в 1 500 kW стоимость машин на 1 kW повышается до 117 марок или 54 рубля. Цены эти действительно, однако, лишь при применении турбогенераторов. При поршневых же машинах агрегаты в 1 500 kW обходятся в 195 марок (90 руб.) на kW или на 2/3 дороже. Что касается всей стоимости оборудования электрических станций, то по Клингенбергу таковая при средней величине агрегатов в 15–20 000 kW равна приблизительно 150 маркам, при агрегатах в 5–7 000 она повышается до 180 марок, при машинных единицах в 3–5 000 она составляет 200 марок, а у «небольших» станций с агрегатами в 1000 kW расходы по оборудованию станций составляют 300 марок, а при неблагоприятных условиях — даже 500 марок на 1 kW. Примененное выше выражение «небольшие станции» следует, однако, понимать не в буквальном смысле, так как даже на самых крупных русских электрических станциях агре-

гаты в 1000 kW работают в весьма небольшом количестве.

На ряду с уменьшением стоимости турбогенераторов при увеличении их мощности уменьшается также и расход пара на каждый отданный kWh. В то время как паровые турбины мощностью в 1000 kW расходуют 6,2–8,8 kg/kWh, у турбогенераторов мощностью свыше 5000 kW расход пара составляет всего 5,7–6,1 kg/kWh. Вмѣстѣ съ тѣмъ улучшается у крупных агрегатов и работа при неполной нагрузке. Большой расход пара в сравнении с расходом при нормальной нагрузке составляет, напримеръ:

Турбогенераторъ, kW	при 40%	60%	80% номинальной мощности
1 000	12,3%	11,3%	4%
4 000	11,6%	7,0%	3%

Изъ другихъ преимуществъ крупныхъ агрегатовъ слѣдуетъ особенно отмѣтить небольшое пространство, занимаемое ими. При переустройствѣ электрической станции Interborough Rapid Transit Co of New-York для трехъ турбогенераторовъ по 30 000 kW потребовалось, напримеръ, не больше места, чѣмъ для работавшихъ на этой станціи раньше 3 турбогенераторовъ по 7500 kW. Особенно характернымъ является то обстоятельство, что не пришлось даже увеличить котельной, а ограничились лишь увеличениемъ давления пара в котлахъ и включениемъ перегрѣвателя.

Наконецъ, при крупныхъ станціяхъ имѣется возможность вводить такія усовершенствованія (особенно в разгрузкѣ и доставкѣ топлива къ котламъ), которыя мелкимъ станціямъ не под силу, а между тѣмъ благодаря этимъ усовершенствованиямъ можетъ быть достигнута огромная экономія. Что касается расхода топлива, то произведенныя вычисления показали, что при небольшихъ турбинныхъ установкахъ на каждый полезный kWh расходуется около 10 000 калорій, а в крупныхъ установкахъ только около 7 000 калорій. Огромная экономія получается при крупныхъ станціяхъ также, благодаря уменьшению расходовъ на управление, благодаря болѣе выгодной закупке материаловъ и т. д.

Естественно поэтому, что в виду всего вышесказаннаго в последнее время замѣчается все большее стремление къ концентрации производства электрической энергии и къ увеличению какъ мощности самыхъ станцій, такъ и отдѣльныхъ агрегатовъ.

Въ Германіи, напримеръ, имелось в 1913 г. 19 электрическихъ центральныхъ станцій мощностью болѣе 20 000 kW (противъ 4 в Россіи), а именно: Берлинскія станціи съ 270 тыс. kW, Каттовицкая съ 77, Маркская районная близъ Гагена съ 65, Франкфуртская съ 56, Гамбургская съ 46, Заар-

брюкенская и Лауфенбургская съ 45 тыс. kW каждая, Дюссельдорфская съ 44, Эссенская съ 38, Кельнская съ 32, Хемницкая съ 31, Нюрнбергская съ 30, Бреславская и Дрезденская съ 25 тыс. kW каждая, Мюнхенская съ 24, Дортмундская и Альтбахская съ 23 тыс. kW каждая, Силезская съ 20 и Лейпцигская съ 20 тыс. kW.

Станція Bitterfelder Elektrowerke Akt. Gesellschaft, принадлежащая къ концерну Всеоб. Комп. Электр., имѣетъ уже в настоящее время мощность в 80–100 тысячъ kW. Предполагаютъ же довести мощность этой станціи в будущемъ до 180 000 kW, установивъ всего 8 агрегатовъ.

Рекордъ в отношеніи максимальной мощности электрическихъ станцій побил, конечно, американцы. Станція близъ Кеокукъ на Миссисиппи обладаетъ мощностью в 300 000 kW. Максимальная нагрузка и годовая производительность 5 крупнейшихъ американскихъ электрическихъ станцій для 1914 г. приведена в нижеслѣдующей таблицѣ:

Название станціи	Максимальная нагрузка в kW	День наибольшей нагрузки	Годовая производительность в kWh	Годовой коэффициентъ нагрузки станціи
Commonwealth Edison Co (Чикаго)	306,200	15 дек.	1114130000	43,6%
Niagara Falls Power Co	131,520	5 янв.	906513000	78,7%
Ontario Power Co	130.500	23 сент.	781664000	68,4%
New-York Edison United Co	229.787	23 дек.	719193000	35,7%
Hydraulic Power Co of Niagara Falls	87.457	27 марта	703106000	91,7%

До какихъ грандіозныхъ размѣровъ доведена концентрація производства электрической энергии в Соед. Штатахъ, видно хотя бы изъ того, что первыя двѣ изъ приведенныхъ станцій отдають больше энергии, чѣмъ всѣ русскія центральныя и частныя станціи вмѣстѣ взятыя.

При общей полезной отдачѣ в Соед. Штатахъ в 14 миллиардовъ kWh 36 крупнейшихъ станцій отдали около 12 миллиардовъ kWh, причемъ 34 станціи отдали болѣе 100 миллионновъ kWh каждая.

Тѣмъ не менѣе и в Соед. Штатахъ имѣется очень много мелкихъ, нерационально эксплуатируемыхъ электрическихъ станцій. Изъ существовавшихъ в 1912 г. в С. Штатахъ 5 221 центральныхъ станцій только 161 станція обладали мощностью болѣе чѣмъ в 5 000 kW. Иначе говоря, станцій мощностью болѣе 5 000 kW было тамъ всего 3,1%. То же самое мы видимъ и в Германіи, гдѣ изъ 4 040 станцій в 1913 г. только 103 станціи (2,0%) обладали мощностью болѣе чѣмъ в 5 000 kW. Наконецъ, в Россіи изъ 220 центральныхъ станцій только 21 станція (5,5%) обладали мощностью

болше, чѣмъ 5000 kW. Для большей наглядности данныя эти собраны въ слѣдующей таблицѣ:

Страна	Годъ	Общее число центр. станцій	Число станцій мощн. 5000 kW	Тоже в процентахъ	Мощность всѣхъ станцій въ 1000 kW	Общая мощность станцій болше 5000 kW	Тоже в процентахъ
С. Штаты	1912	5,221	161	3,1	5.135	3 610 000	70,3%
Германія	1913	4 040	103	2	2.100	1 560 000	74,5%
Россия	1913	220	12	5,5	—	199 000	—

Объясняется это ненормальное съ точки зрѣнія экономики положеніе электрической промышленности отчасти историческими условіями развитія электрической промышленности, а съ другой стороны — правовыми условіями снабженія электрической энергіей отдѣльныхъ общинъ, и на этихъ условіяхъ я подробнѣе остановлюсь нѣсколько дальше.

Во всякомъ случаѣ, какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, немногочисленныя крупныя станціи свыше 5000 kW обладаютъ 3/4 всей мощности электрическихъ станцій соотвѣтственныхъ странъ. Если же принять во вниманіе годовую производительность электрическихъ станцій въ kWh, то значеніе станцій меньше 5000 kW окажется еще болше второстепеннымъ.

Несомнѣнныя выгоды концентраціи производства электрической энергіи въ немногихъ особенно пригодныхъ для этого пунктахъ привели постепенно къ образованію такъ называемыхъ районныхъ станцій, обслуживающихъ не одинъ только городъ съ его ближайшими окрестностями, но цѣлыя области съ сотнями городовъ и селеній. Особенное распространеніе получили эти станціи въ С. Штатахъ и Германіи.

Въ последней, на примѣръ, районная станція въ Саксоніи снабжаетъ электрической энергіей 814 селеній, Мюнхенскіе Ampferwerke доставляютъ электрическую энергію 348 городамъ и селеніямъ, станція Kretschau — 249 и станція Meschede — 290 селеніямъ. 19 германскихъ станцій снабжаютъ электрической энергіей по 100—200 селеній, 15 станцій по 80—99 селеній, 37 станцій по 50—79 селеній, 40 станцій по 25—49 селеній, и 93 станцій по 10—24 селенія. По 5—9 городовъ и селеній обслуживаютъ въ Германіи 120 центральныхъ станцій, по 3—4 селенія 143 станціи и по 1—2 города 496 станцій.

Но и устройство районныхъ станцій не оказалось, однако, послѣднимъ словомъ рациональнаго веденія электрическаго хозяйства.

Росту мощности отдельныхъ районныхъ станцій поставленъ предѣлъ темъ, что съ увеличеніемъ

района снабженія электрической энергіей отъ одной станціи увеличиваются потери, а следовательно, и расходы по передаче этой энергіи въ наиболше отдаленные отъ станціи пункты. Имеется такимъ образомъ предѣлъ, за которымъ снабженіе энергіей отъ данной станціи становится невыгоднымъ. Кромѣ того, какъ уже показано было выше, при увеличеніи мощности станціи свыше 100 000 kW большой экономіи уже получить нельзя.

Въ виду этого стали искать другихъ путей для увеличенія экономности веденія электрическаго хозяйства и нашли этотъ путь въ связываніи крупныхъ электрическихъ районныхъ станцій между собой для совмѣстной работы на общую сѣть. Результаты подобнаго объединенія оказались весьма замечательными.

Въ небольшихъ мѣстныхъ станціяхъ общая максимальная мощность основныхъ машинъ должна превосходить максимальную нагрузку станціи на определенную величину, служащую резервомъ и составляющую, смотря по мѣстнымъ условіямъ, 25—50% максимальной нагрузки. Чемъ больше, однако, район, обслуживаемый станціей, тѣмъ меньше относительно можетъ быть этотъ резервъ, такъ какъ въ отдельныхъ пунктахъ этого района максимальная нагрузка наступаетъ не одновременно. Чѣмъ разнообразнее обслуживаемый районъ, чѣмъ больше перемешаны въ немъ крупныя города съ мелкими, промышленныя округа съ сельскохозяйственными, крупная промышленность съ мелкой, пригородныя дороги съ городскими трамваями, темъ благоприятнее отношеніе максимальной нагрузки къ средней и темъ меньше относительно можетъ быть резервъ. Экономія на резерве при существованіи одной крупной станціи, обслуживающей районъ вместо ряда мелкихъ мѣстныхъ станцій, можетъ дойти до 20%, что даетъ весьма значительную экономію при оборудованіи станціи.

Представимъ себе теперь, что мы соединимъ нѣсколько такихъ крупныхъ районныхъ станцій между собой для работы на общую сѣть. Обслуживаемый этими станціями районъ увеличится во много разъ, а благодаря этому улучшится также отношеніе максимальной нагрузки къ средней. Мы можемъ такимъ образомъ общій резервъ для полученнаго нами района взять значительно меньшимъ, чѣмъ сумма отдѣльныхъ резервовъ всехъ станцій до ихъ объединенія для совместной работы.

Связавъ эти станціи между собой проводами высокаго напряженія, мы получимъ, кромѣ того, значительную экономію на резервѣ еще и благодаря тому, что отдѣльныя станціи сумеютъ въ моментъ наступленія максимальной нагрузки (не совпадающіе у этихъ станцій) или въ случае возможныхъ поврежденій разгружать другъ друга. Разстояніе и потери при передачѣ энергіи въ этихъ

случаях играют лишь подчиненную роль, так как исправление дефектов машин продолжается лишь относительно короткое время, в течение которого потери могут быть и несколько больше нормальных.

Вопрос о резервах и расходах на установку резервных машин в последнее время приобрел особое значение еще и потому, что в интересах экономичной работы машин даже на средней величины станциях в 6 000–8 000 kW резервные машины стали брать весьма значительной величины, не меньше 3 000 kW. При ряде же связанных между собой станций резервные машины значительной мощности можно устанавливать лишь на немногих особенно благоприятно расположенных станциях, доведя общую мощность резервов до 25 и даже только до 20% максимальной нагрузки всего района.

Другим весьма важным преимуществом связывания станций между собой является улучшение коэффициента использования отдельных станций благодаря получению более равномерной кривой нагрузки.

Зависимость же между себестоимостью электрической энергии и коэффициентом использования станции весьма велика.

С увеличением коэффициента использования станции вдвое стоимость 1 kWh уменьшается больше, чем на 1/3. Для выгодного производства электрической энергии следует поэтому стремиться, во первых, к крупным станциям с мощными агрегатами, а во вторых, к высокому коэффициенту использования станции. Коэффициент этот у станций группы I равен около 36–40%, у станций группы II он составляет 26–30%, а у группы III всего только 15%.

Иначе говоря, на крупных станциях стоимость 1 kWh на 40% дешевле, чем у средних станций, и приблизительно в 3 раза дешевле, чем у мелких станций. При этом под «мелкими» станциями понимаются такие станции, которые в общегити считаются довольно значительными, так как агрегаты в 1 000 kW могут устанавливаться только на таких местных станциях, которые обслуживают довольно большие города.

Если же мы крупные станции группы I свяжем между собой для совместной работы на общую сеть и еще больше повысим их коэффициент использования, то стоимость 1 kWh благодаря этому еще больше понизится. Вопрос о том, как и когда следует связывать между собой станции, является, конечно, сложным и зависит от ряда условий: от рода топлива, способа и стоимости доставки его и т. д., так как при хорошем топливе и дешевом транспорте его механическая перевозка угля иногда может оказаться более выгодной, чем электрическая передача энергии на большое расстояние.

Решающую роль для экономной работы станции играет, однако, именно коэффициент использования станции. Так, например, при стоимости 10 000 калорий в 2,25 пфен. и коэффициенте использования станции в 30%, согласно вычислениям Клингберга, станция эта будет работать так же экономно, как при стоимости 10 000 калорий в 1,5 пфен. и коэффициенте использования в 20%.

*Инж. П. Гуревич.*

*(Окончание следует).*