

ВОЛОГОДСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ
УНИВЕРСАЛЬНАЯ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
Вологда, Возрождения, 2

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

21





ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГОД ИЗДАНИЯ 58-й

21

1937

НОЯБРЬ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВО НАЧАЛЬНИКА ГЛАВЭНЕРГОПРОМА, ГЛАВЭНЕРГО НКТП И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА АКАДЕМИИ НАУК СССР
Адрес редакции: Москва, Бол. Калужская, дом 67. Энергетический ин-т, 1-этаж, ком. 144; тел. В 5-32-79
Адрес для корреспонденции: Москва, Главный почтамт, почтовый ящик № 648

Сталинская Конституция СССР — итог борьбы и побед Великой Октябрьской Социалистической революции. Да здравствует Конституция победившего социализма и подлинного демократизма!

Рабочие и крестьяне! Развертывайте избирательную кампанию! Выдвигайте совместно в Верховный Совет СССР лучших людей, преданных до конца делу Ленина — Сталина!

(Из лозунгов ЦК ВКП(б) к XX годовщине Великой Октябрьской Социалистической революции)

Электрификация народного хозяйства СССР

(Итоги и задачи)

В. И. Вейц

Энергетический институт им. Кржижановского
Академии наук СССР

Еще задолго до Великой Социалистической революции Владимир Ильич Ленин в своих трудах теоретически разработал концепцию электрификации как техники, адекватной именно социалистическому хозяйству. Непосредственно после революции, в 1918 г., когда страна была в огне гражданской войны, Ленин обратился в Академию наук с указанием о необходимости научно-технической разработки основных проблем «реорганизации промышленности и экономического подъема России». В этом замечательном документе он подчеркнул, что необходимо обращать особое внимание на электрификацию промышленности и транспорта и применение электричества к земледелию. Использование новейших сортов топлива (торф, уголь худших сортов) для получения электрической энергии с наименьшими затратами на добычу и перевозку горючего»¹.

В годы тяжелой хозяйственной разрухи, небывалого падения уровня производительных сил страны Ленин выдвинул великую программу восстановления и реконструкции народного хозяйства на новых, социалистических началах и на основе наиболее передовой техники — электрификации.

В феврале 1920 г. по инициативе и под руко-

водством Ленина была создана Комиссия по разработке плана государственной электрификации России (ГОЭЛРО). И уже в декабре 1920 г. был подготовлен фундаментальный труд — план ГОЭЛРО, который был доложен VIII Всероссийскому съезду советов 22 декабря 1920 г. и последним одобрен.

Известно историческое письмо товарища Сталина Ленину (1921 г.), в котором он характеризует план ГОЭЛРО как «...мастерский набросок действительно единого и действительно государственного хозяйственного плана без кавычек».

Руководящими принципами восстановления и реконструкции энергетического хозяйства страны, выдвинутыми и обоснованными в плане ГОЭЛРО, являются:

а) Радикальное решение проблемы энергетических ресурсов на основе широкого использования водной энергии, торфа, местных углей — подмосковного, челябинского, кизеловского, антрацитовых штыбов и сланцев. Электрификация как ведущий фактор в решении этой основной народнохозяйственной задачи.

б) Концентрация электрохозяйства на основе строительства мощных районных электростанций на местных энергетических ресурсах и его централизация на базе кольцевания станций высоковольтными сетями.

в) Равномерное размещение электроэнергетических центров, исходя из общих задач социалисти-

¹ Ленин В. И. Собрание сочинений, 3-е изд., т. XXII, 434.

ческой индустриализации страны, в частности, исходя из форсированного подъема производительных сил отсталых национальных районов, и реконструкция энергетической базы основных промышленных районов страны.

В сталинских пятилетних планах народнохозяйственного строительства принципы ГОЭЛРО нашли свою дальнейшую конкретизацию и развитие.

Фронт строительства социалистической электрификации с первых же дней ГОЭЛРО был ареной классовой борьбы. Троцкисты и правые пытались ревизовать и извратить ленинское учение об электрификации и ленинско-сталинский план ГОЭЛРО. Эти попытки были разоблачены и разгромлены Лениным и Сталиным².

В годы пятилеток вредители и враги народа неоднократно пытались затормозить строительство социалистической электроэнергетики, извратить на практике техническую политику партии и правительства в этой важнейшей области народного хозяйства, чтобы сорвать социалистическую индустриализацию и ослабить обороноспособность страны.

Процессы шахтинских вредителей, Промпартии, вредителей на электростанциях и, наконец, троцкистско-бухаринских фашистских агентов наглядно показывают средства, которые применяли враги, чтобы затормозить развитие электроэнергетики, сорвать и разрушить ее строительство, отбросить ее от передовых позиций мировой техники.

В непримиримой жестокой борьбе с врагами народа, метившими в сердце народного хозяйства, в его энергетические центры, выросла и окрепла молодая советская электроэнергетика.

**

Известно, что уровень электровооружения царской России, отражая и синтезируя общий уровень развития производительных сил страны, был крайне отсталым. Суммарный электробаланс России составил в 1916 г. около 2,5 млрд. kWh, а суммарная электрическая мощность — 1,2 млн. kW.

С качественной стороны по важнейшим технико-экономическим показателям электроэнергетическая база России занимала еще более низкую ступень. Например, удельный вес крупных для того периода станций составлял всего 16,1% по мощности и 22,2% по энергии в суммарной мощности и в суммарном производстве электроэнергии в стране. Эти станции были сосредоточены в Москве, Петрограде и в Баку³.

В высокоиндустриальном для того периода районе тяжелой промышленности — в Донбассе — электрохозяйство состояло из множества мелких генерирующих установок, являвшихся вспомога-

тельными цехами при рудниках и заводах, крайне примитивными по своему техническому составу.

Донбасс представлял собой подлинно образцовый крайне отсталого электрохозяйства. Его высоковольтная сеть этого мощного индустриального района состояла в 1914 г. из 8 линий электропередач протяженностью в 70 км (52 км с напряжением в 22 kV и 18 км — 17,5 kV).

О качественном уровне электрохозяйства можно судить и на основе следующих данных: котельная техника базировалась на низком давлении (8—14 ата) и ручной топке. Основной тип котла — жаротрубный. Максимальные температуры перегрева 300—350°; максимальный расход пара на лучших нефтяных установках — 30 kg/m²; угольных — 25 kg/m²; максимальная поверхность нагрева котла — 300—400 м²; максимальный КПД котлов — 65—70%. Двигательный аппарат по своему составу на 3/4 состоял из наименее экономичного класса двигателей — поршневых паровых машин.

Предельная мощность турбогенератора на электростанциях составляла 5000 kW⁴. Электрические сети были развиты в ничтожнейшей степени. В частности, не было даже элементарной унификации частоты и напряжения передаточных сетей в пределах одного и того же города.

Средний КПД наиболее мощных «районных» электростанций в 1913 г. — 10,7%⁵.

Использование установленной мощности было очень низкое. Вполне понятно, что и себестоимость киловатт-часа была относительно очень высокой (11,5 коп. за киловатт-час в среднем по станциям общего пользования в 1913 г. В отдельных городах себестоимость электроэнергии достигала 30 и выше копеек).

Наконец, важно подчеркнуть чрезвычайную уродливость структуры топливного баланса страны. Имея на своей территории богатейшие в мире запасы всех видов энергетических ресурсов, царская Россия строила свою энергетическую базу фактически на донецком и заграничном угле и на кавказской нефти, т. е. на дальнепривозном топливе. Отсюда исключительная, не имевшая прецедента в других странах обостренность топливной и транспортной проблемы.

Фактическим же хозяином как топливной промышленности, так и электрохозяйства России был, главным образом, иностранный капитал (в основном немецкий).

Но и это «наследство» в области энергооборужения, полученное революцией, оказалось в подавляющей части парализованным и разрушенным в годы империалистической и гражданской войны.

Об этом можно судить, например, по следующим общим показателям: суммарный электробаланс страны в 1920 г. составил всего около

² В. И. Ленин, Об электрификации. Партиздат ЦК ВКП(б), 1936.

³ Иллюстрацией степени децентрализации электрохозяйства России могут служить обработанные данные анкетного обследования электрохозяйства Петрограда, проведенного в 1916 г. уполномоченным по топливу (И. В. Елизаров — снабжение Петрограда электроэнергией. Изд. Морского ведомства). Эта перепись зарегистрировала в одном Петрограде 105 электростанций с суммарной мощностью в 193 MW и с выработкой 478 млн. kWh.

⁴ К октябрю 1917 г. максимальная поверхность нагрева котла достигла 750 м² (на станции б. «О-ва 1886 г.»).

⁵ На ст. б. «О-ва 1886 г.» к октябрю 1917 г. были установлены два наиболее мощные в России турбогенератора по 10 MW. Напомним, что в Германии в тот период работы агрегат в 50 MW на станции Гольденберг (RWE).

⁶ Московские, петроградские и бакинские электростанции. По материалам Трудов VII Всероссийского электротехнического съезда (П. 1913), Журн. «Электричество» № 1, 1922 № 4, 1924.

6 млрд. kWh, т. е. около $\frac{1}{4}$ электробаланса народного хозяйства довоенной России. Суммарная добыча угля в стране в 1920 г. составила всего 8,5 млн. т — 29,4% от 1913 г.; добыча нефти — около 41% от 1913 г., а добыча железной руды, выплавка чугуна и стали снизилась до 1-5% от 1913 г.

Вот с этого «уровня» советской стране пришлось начать восстановление и реконструкцию на новых началах электроэнергетической базы народного хозяйства.

Уже восстановительный период характеризовался заметными сдвигами в энерговооружении страны по сравнению с дореволюционным уровнем.

По всем статьям электроэнергетического баланса к началу первой пятилетки имело место заметное превышение довоенного уровня.

Однако электрификация СССР в период, предшествовавший первой пятилетке, фактически находилась еще на самых первых этапах своего развития. По основным количественным и качественным показателям она еще значительно отставала от западноевропейской и американской электрификации. В 1928 г. электровооружение СССР еще в 1,9 раза уступало Италии, в 2,6 раза — Франции, в 3 раза — Англии, в 3,3 раза — Канаде, в 5,6 раза — Германии, в 21 раз — США. Даже маленькая Швейцария в 1928 г. по размерам своего электробаланса превосходила СССР.

Коренные изменения внесли годы первой и второй пятилетки. Они вписали новую главу в строительство электроэнергетики страны. На передовой технической основе заново реконструирована и создана мощная электроэнергетическая база народного хозяйства.

Динамику и достигнутый уровень в энерговооружении народного хозяйства показывают основные данные по силовому аппарату и электровооружению СССР, приведенные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Силовой аппарат СССР (1928—1936 гг.)

Состав	В тыс. kW на начало года		
	1928 г.	1932 г.	1936 г.
А. Стационарный	4 001	7 135	11 030
Б. Мобильный	12 216	19 913	48 690
Силовой аппарат народного хозяйства	16 217	27 048	59 720

Мощность всех электростанций должна достигнуть к концу 1937 г. (по годовому плану) 9,4 млн. kW, т. е. в 8,6 раза превысит довоенный уровень и в 4,9 раза уровень электровооружения СССР на начало первой пятилетки.

Еще более стремительно поднялся электробаланс страны, достигший в 1936 г. 32,8 млрд. kWh, а в 1937 г. он должен составить 40,5 млрд. kWh. Довоенный электробаланс будет, таким образом, превзойден в 21 раз (кругло), а электробаланс 1928 г. — в 8 раз.

За одну вторую пятилетку (1933—1937 гг.) электробаланс страны возрос с 13,5 до

Таблица 2

Электровооружение СССР (1913—1937 гг.)

Годы	Суммарная электрическая мощность страны (на конец года)		Суммарный электробаланс страны	
	в тыс. kW	в % к 1913 г.	в 10 ⁶ kWh/h	в % к 1913 г.
1913	1 098	100	1 945	100
1916	1 192	108,6	2 575	132,5
1921	1 228	112,0	520	26,7
1922	1 247	113,6	775	39,8
1923	1 279	116,5	1 146	59,6
1924	1 308	119,3	1 562	80,4
1925	1 397	127,3	2 925	151,3
1926	1 586	144,6	3 508	—
1927	1 698	155,0	4 205	216,0
1928	1 906	174,6	5 007	258,0
1929	2 296	209,0	6 224	329,0
1930	2 876	262,1	8 368	430,0
1931	3 972	362,0	10 687	555,0
1932	4 677	425,9	13 540	696,1
1933	5 583	508,5	16 360	842,0
1934	6 315	575,0	21 010	1080,0
1935	6 913	629,0	26 294	1350,0
1936	7 430	674,0	32 800	1690,0
1937 (головной план)	9 430	858,0	40 500	2080,0

40,5 млрд. kWh. Против 8 млрд. kWh прироста электробаланса в первой пятилетке прирост во второй пятилетке составил 27 млрд. kWh. Германии потребовалось около 18 лет (1918—1935/36 гг.), чтобы увеличить электробаланс страны на 27 млрд. kWh, чтобы от уровня в 13 млрд. kWh достигнуть уровня 40 млрд. kWh. США, относя выработку только к станциям общего пользования, потребовалось для этого свыше 10 лет (1909/10—1919 гг.).

Линия электрификации СССР из года в год круто идет вверх, в то время как кривые электрификации основных стран мира имеют относительно замедленный подъем, сменившийся, как правило, в годы кризиса (1930—1932 гг.) падением вниз.

Эти темпы электрификации советской страны обусловили значительное сокращение расстояния, отделявшего СССР от наиболее передовых стран мира. Еще к началу первой пятилетки (1928 г.) электробаланс СССР занимал десятое место в мире, значительно уступая Норвегии и даже маленькой Швейцарии. В 1936 г. СССР с его 33-миллиардным электробалансом уже соревнуется с Германией за первое место в Европе и второе место в мире, несмотря на крутой подъем за последние годы кривой электрификации в основных капиталистических странах, главным образом обусловленный военной конъюнктурой (табл. 3). Расстояние, отделявшее СССР от первой в мире страны по масштабам электрификации — от США, — значительно сократилось. В 1936 г. электробаланс СССР уже примерно в 4 раза уступает США вместо 28 раз в 1925 г. Удельный вес СССР в мировом электробалансе за годы пятилеток повысился в 4,5 раза (с 2% в 1929 г. до 9% в 1936 г.).

Таблица 3

Место СССР в мировом производстве электроэнергии

Место	1925 г.	1928 г.	1932 г.	1936 г.
1	США	США	США	США
2	Германия	Германия	Германия	Германия
3	Англия	Канада	Англия	СССР
4	Франция	Англия	Канада	
5	Канада	Франция	Япония	
6	Япония	Япония	Франция	
7	Норвегия	Норвегия	СССР	
8	Италия	Италия		
9	Швеция	Швейцария		
10	Швейцария	СССР		
11	СССР			

Таблица 4

Производство электроэнергии в СССР и в основных капиталистических странах (в млрд. kWh)

Страны	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1936 г.*	Удельный вес электростанций общего пользования %
СССР	6,2	13,5	26,3	32,8	—
США	a 97,4	83,2	99,4	113,4	75—80
Германия	30,7	23,5	36,7**	41,8**	—
Англия***	a 10,4	12,3	17,6	20,2	75—80
Канада	a 18,0	16,0	23,4	25,5	95
Япония	a 13,3	16,0	22,3*	24,2	90
Франция	a 14,4	13,6	15,8*	16,2	90
Италия	a 9,8	10,2	13,1	—	95

a—электростанции общего пользования.

* Оценка или предварительные данные.

** Включая Саар.

*** Без ж.-д. электростанций. 1929 и 1932 гг. с I/IV по 31/III; 1935 и 1936 гг.—календарные годы.

Источники: Annuaire statistique de la société des Nations, 1935/36. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1936.

Материалы III Мировой энергетической конференции, 1936.

Statistique de l'Union Internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, 1936.

Основные энергетические журналы соответствующих стран за 1936 и 1937 гг. (El. World, Elektrizitätswirtschaft и др.).

В табл. 4 приведены сравнительные данные о масштабах производства электроэнергии в СССР и в капиталистических странах⁷.

С любовью и вниманием Ленин следил за первыми шагами электрификации советской республики. С трибуны IX Всероссийского съезда советов (декабрь 1921 г.), докладывая о внутренней и внешней политике республики, Ленин отметил первые тысячи киловатт новой электрической мощности, которые в те годы сооружал рабочий класс.

К двадцатилетию Великой Социалистической Октябрьской революции наша страна вводит в строй около 2 млн. kW, а годовой прирост элек-

тробаланса должен составить около 7 с лишним миллиардов kWh. И, в частности, московская энергосистема, о первых шагах развития которой говорил Ленин с трибуны IX Всероссийского съезда советов, указывая, что 6000 kW новой мощности на Кашире «были бы помощью существенной», ныне стала крупнейшей в Европе с годовой производительностью в 1936 г. свыше 5 млрд. kWh, а упоминаемые Лениным станции Шатура и Кашира ежегодно дают народному хозяйству значительно больше, чем все электрические станции царской России, вместе взятые.

Таковы масштабы пройденного за истекшие годы исторического пути в электрификации СССР.

Необходимо, однако, подчеркнуть, что значительный рост электробаланса нашей страны в годы второй пятилетки, превысивший плановые задания, имел место в условиях значительного невыполнения плана ввода генерирующих мощностей: вместо 6,22 млн. kW, запроектированных в плане, фактический прирост составил при условии выполнения годового плана 1937 г. всего 4,75 млн. kW. Успехи роста электробаланса при этом должны быть отнесены за счет преимуществ плановой советской электрификации и достижений стахановцев, боровшихся за сокращение ремонтного и аварийного простоя оборудования, за то, чтобы выжать в течение года максимум киловатт-часов от каждого киловатта установленной мощности. Но невыполнение плана ввода генерирующих мощностей и строительства энергосистем как с количественной, так и с качественной стороны создало «узкое место» в электроэнергетической базе народного хозяйства. Это повлекло срыв специального директивного решения XVII съезда ВКП(б) о необходимости «образовать во всех энергетических узлах резервы мощностей, обеспечивающих бесперебойное электроснабжение народного хозяйства».

Теперь ясно, что именно в это наиболее чувствительное место метили враги народа.

Проблема электроэнергетических резервов⁸ должна быть одной из основных, центральных в третьем пятилетнем плане народного хозяйства. Ее быстрое и эффективное решение повелительно диктуется современным состоянием и ближайшими перспективами народнохозяйственного развития.

**

Электрификация в СССР неразрывно связана с социалистической индустриализацией, с технической реконструкцией всего народного хозяйства.

Сдвиги в электробалансе народного хозяйства страны за годы революции показывают данные табл. 5.

Электрификация была одним из определяющих факторов, который обусловил создание новой, социалистической промышленности.

Электровооружение труда за 1926—1936 гг. возросло на 283% при росте энерговооруженности труда на 143%.

⁷ В таблицу включены данные по странам, которые в 1929 г. были впереди СССР по масштабам электробаланса.

⁸ См. нашу статью «Проблема электроэнергетических резервов в третьем пятилетнем плане. Журн. «Электричество» № 19, 1937.

Таблица 5

Электробаланс народного хозяйства

А. Производство

Произведено	1913 г.		1926 г.		1928 г.		1932 г.		1935 г.		1936 г.*	
	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%
Сектор централизованного электроснабжения	431	22,2	1 190	34,0	2 001	40,0	9 504	70,2	20 699	78,7	26 410	80,5
В том числе станции, работающие в системах	—	—	1 150		1 768		8 902		20 003			
Сектор децентрализованного электроснабжения	1 514	77,8	2 318	66,0	3 006	60,0	4 035	29,8	5 594	21,3	6 390	19,5
Всего	1 945	100	3 508	100	5 007	100	13 539	100	26 293	100	32 800	100

Б. Потребление

Потреблено	1913 г.		1926 г.		1928 г.		1932 г.		1935 г.		1936 г.	
	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%	1·10 ⁶ kWh	%
1. Промышленность и капитальное строительство	1560	80	2388	68,1	3427	68,4	9 296	68,6	18 260	69,6	23 000	70,1
В том числе на электротехнологию	—	—	20		65		633		2 932			
2. Транспорт	—	—	89	2,5	100	2,0	260	1,9	636	2,4	700	2,1
3. Коммунальное хозяйство и быт	385	20	700	20	959	19,2	2 200	16,4	3 724	14,2	4 600	14,0
4. Сельское хозяйство	—	—	30	0,8	35	0,7	86	0,6	237	0,9	300	0,9
5. Расход электричества на собственные нужды и потери в сетях районных и коммунальных станций	**	—	301	8,6	486	9,7	1 698	12,5	3 427	12,9	4 200	12,9
Итого	1945	100	3508	100	5007	100,0	13 540	100,0	26 293	100,0	32 800	100,0

* Предварительные данные (округлены).

** Нет данных. Включен в цифры по промышленности и коммунальному хозяйству.

В 1926 г. на 1 человеко-час, отработанный рабочими в промышленности, в среднем падало 1,18 kWh механической и электрической энергии, в том числе 0,58 kWh электроэнергии. В 1936 г. — соответственно 2,86 kWh механической и электрической энергии, в том числе 2,22 kWh электрической энергии.

Электрификация глубоко изменила профиль труда рабочего на фабриках и заводах. В связи с электрификацией сошли на-нет физические тяжелые профессии, полученные революцией в наследство от старой России.

Достигнутый ныне уровень электровооружения рабочего в советской промышленности и перспективы его дальнейшего качественного роста являются могучим фактором успеха стахановского движения за социалистическую производительность труда.

О глубоких качественных изменениях энерговооруженности промышленности прежде всего свидетельствует ряд коэффициентов электрификации.

Общий коэффициент электрификации — доля

электроэнергии в общем потреблении механической и электрической энергии — с 49% в 1926 г. поднялся до 75,7% в 1935 г. Электрификация рабочих машин (электрификация привода) достигла в 1936 г. по мощности 82%, а по энергии 71,0%.

По степени электрификации современная промышленность СССР уже перешагнула уровень электрификации промышленности основных европейских стран — Англии, Франции, Германии — и вплотную достигла уровня электрификации промышленности США. Об этом свидетельствуют сравнительные подсчеты (табл. 6).

Развитие электробаланса промышленности характеризуется глубокими сдвигами в отраслевом разрезе, отражая общую линию социалистической индустриализации страны.

Силовой аппарат таких отраслей, как топливная (уголь, нефть), добыча руды, машиностроения и металлообработки, химической, цветной металлургии и др., уже электрифицирован на 85—100%. В ряде отраслей мы имеем уже глубокую рекон-

Таблица 6

Сравнение уровня электрификации промышленности СССР, США, Германии и Англии

Страны	Годы	Коэффициент электрификации рабочих машин (потенциальный)
США *	1925	71,5
	1929	78,7
	1936	82,0
Германия **	1925	65,9
	1933	71,9
Англия ***	1924	51,0
	1930	60,5
СССР	1926	61,5
	1929	68,5
	1933	79,9
	1936	82,0

* Только обрабатывающая промышленность (Manufactures) исчислена по данным Bureau of Census Statistical Abstract of the United States, 1933, стр. 694 и El. World, 1937.

Мощность рабочих машин исчислена как мощность всех электромоторов плюс разность в мощности установленных в промышленности первичных двигателей и электрогенераторов.

** Исчислено по данным Gewerbliche Befriebszählung (Die Verwendung von Kraftmaschinen im Deutschen Reich (Berlin 1930, Band 414), стр. 26 и др. За 1933 г. — по предварительным материалам переписи от 16/V 1933 г. (Wirtschaft u. Statistik, 1934, стр. 20). Резервные агрегаты (электромоторы и первичные двигатели) при исчислении коэффициентов электрификации не включены.

*** Исчислены по данным A. Survey of Industrial Electric Power supply in Great Britain (Hobson и др.). World Power Conference Section Meeting, Scandinavia, 1933, B. II, стр. 275—294.

струкцию основных производственных процессов на электрической основе.

Коэффициент электрификации рабочих машин в 1935 г. ниже 80% имели только нефтеперерабатывающая промышленность, черная металлургия, отдельные отрасли пищевкусовой и деревообрабатывающей промышленности.

Однако в годы второй пятилетки не разрешена полностью одна из основных директив XVII съезда ВКП(б):

«Завершить в основном механизацию всех трудоемких и тяжелых процессов промышленности».

Несмотря на достигнутые высокие коэффициенты электрификации машин в промышленности, имеют место разрывы в комплектности электрификации всего производственного цикла ряда трудоемких отраслей промышленности.

Комплектная электрификация рабочих машин всего производственного цикла в каждой отрасли промышленности (и в первую очередь в наиболее трудоемких отраслях) должна быть одной из ведущих линий технической политики электрификации рабочих машин.

В непосредственной связи с этим вопросом стоит вопрос об электроавтоматизации рабочих машин. Как известно, мы вступаем в третью пятилетку с

отставанием в этой области даже в передовых отраслях с относительно весьма высоким уровнем электрификации (машиностроение и др.).

Еще при составлении плана второй пятилетки была особо подчеркнута в разделе электрификации рабочих машин проблема качества электропривода, в частности, необходимость внедрения индивидуального и многомоторного электропривода в отдельные отрасли промышленности, с чем связаны глубокие сдвиги в технике, экономике производства и в электробалансе⁹.

Электропривод к основным типам рабочих машин в каждой отрасли должен проектироваться и конструироваться, исходя как из электроэнергетических принципов, так и из производственных особенностей, специфичных для данного типа рабочих машин.

Руководящим принципом технической политики электрификации рабочих машин должно быть внедрение индивидуальных электроприводов, органически слитых с рабочими машинами с минимумом гнезд трения, с минимумом передаточных звеньев вне и внутри рабочих машин. Проблема индивидуального привода для каждой производственной операции ставит во всех отраслях промышленности по-новому не только энергетику рабочей машины, ее электробаланс, но и технологию, ее исполнительные механизмы, ее инженерное оформление, рассчитанное на оптимальный энергопроизводственный эффект, в условиях стахановских методов работы.

Особо следует отметить один из существенных новых факторов электрификации советской промышленности — внедрение электродлитического и электротермического процесса производства, с чем связан новый этап в электрификации промышленного производства — внедрение электрической энергии в промышленную технологию. На эти нужды было потреблено в 1928 г. всего 65,5 млн. kWh, а в 1936 г. около 4 млрд. kWh. Удельный вес электротехнологии в промышленном электробалансе за эти годы поднялся с 1,9 до 17,5%. На базе этой новой электрической технологии страна получила в истекшем году электроферросплавы, электросталь, алюминий, цинк, магний, карбид кальция и ряд других столь же важных для индустриализации продуктов, которые до 1930 г. вовсе не производились в стране, либо производство которых находилось еще по существу в зачаточном виде.

Переход от мелкого и мельчайшего крестьянского хозяйства к крупному социалистическому сельскому хозяйству в виде колхозов и совхозов создал прочную базу для технической реконструкции на новой энергетической основе всех участков сельскохозяйственного производства.

В царской России сельскохозяйственная техника, как известно, базировалась только на «живой» энергетике — мускульной силе человека и рабо-

⁹ Одной из причин отставания в деле реконструкции электропривода рабочих машин и технического прогресса в этой области является существующая у нас недопустимая разобщенность заводов, главок и институтов, занятых проектированием и производством рабочих машин для отдельных отраслей промышленности и соответствующих электропромышленных организаций. Необходимы неотложные организационные выводы в этой области.

Таблица 7

Энергетическая база сельского хозяйства СССР
(Мощность на конец года)

	1916 г.	1928 г.	1932 г.	1936 г.
	%	%	%	%
Рабочий скот	99,3	96,0	77,7	40,9
Тракторы (мощность на крюке)	0,0	1,3	12,9	32,3
Комбайны	—	—	2,9	10,6
Грузовые автомобили	—	0,1	1,7	11,3
Локомобили и прочие механические двигатели	0,7	2,4	4,3	3,9
Электроустановки	0,0	0,2	0,5	1,0
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0

го скота. В годы, предшествовавшие первой пятилетке, техника мелкого и мельчайшего крестьянского хозяйства в основном еще недалеко ушла от дореволюционного уровня.

В суммарном энергобалансе сельского хозяйства в 1928 г. по ориентировочным подсчетам на долю механических двигателей — по мощности — приходило только около 4%. Годы сталинских пятилеток и в этой области народного хозяйства внесли решающие изменения. Удельный вес мощности механических установок резко поднялся главным образом за счет роста тракторной энергетики, достигнув уже около 60% в энергетике сельского хозяйства (табл. 7).

В США удельный вес механических установок в энергетической базе сельского хозяйства составил в 1931 г. около 75%.

Вполне понятно, что электрификация сельскохозяйственного производства в истекшие годы была, главным образом, сосредоточена на создании опорных баз.

Вся Днепропетровская область, в частности, районы, прилегающие к системе Днепрогэс, дает образцы относительно широкой электрификации сельского хозяйства.

Изменилась за годы первой и второй пятилетки национальная характеристика баланса потребления электроэнергии в сельском хозяйстве, отражая новое лицо советской деревни. В 1936 г. на долю МТС, совхозов и колхозов падает свыше 86%; на долю кустарей, ремесленников и мелкой промышленности — около 13%, а на долю единоличных крестьянских хозяйств — около 0,6% всего электробаланса сельского хозяйства.

Суммарный электробаланс сельского хозяйства за последние 10 лет возрос с 30 млн. kWh до 300 млн. kWh. При этом необходимо подчеркнуть интенсивный рост коэффициента централизации электробаланса и моторной нагрузки сельского хозяйства. Еще в 1928 г. из суммарной мощности сельскохозяйственных установок около 30 000 kW на долю подстанций районных сетей приходило всего 600 kW, т. е. 0,02%, а в 1936 г. в 190 000 kW сельскохозяйственных электроустановок на долю подстанций общего пользования уже падает около 95 000 kW.

Истекшие годы реконструкции были в известном смысле лишь предъисторией электрификации сельского хозяйства. Абсолютные масштабы сельскохозяйственной электрификации еще крайне малы: число сельскохозяйственных дворов, пользующихся электроэнергией, составляло в 1936 г. всего около 530 000, т. е. 2,1% от общего числа. Число электрифицированных колхозов (7600) составляло всего лишь 3% от общего числа колхозов. Число электрифицированных МТС и МТМ составляет 18,5%. Впереди — исключительного масштаба историческая задача по внедрению электроэнергии в сельское хозяйство.

Начало осуществления великого плана работ по ирригации засушливых массивов страны, в особенности Заволжья, на базе электроснабжения от Куйбышевского гидроэнергетического узла открывает широкие перспективы для развития электрификации в сельском хозяйстве.

В области электрификации ж.-д. транспорта заметные сдвиги имели место в годы второй пятилетки. Еще в 1929—1930 гг. электрификация ж.-д. транспорта в СССР находилась по существу в опытной стадии и измерялась всего несколькими десятками километров пригородных линий. В 1936 г. протяженность электрифицированных ж. д., находящихся в эксплуатации, перевалила за первую тысячу километров (эксплуатационная длина 1182 km), причем значительная часть их падает на магистральные пути. Кроме того, в постройке находятся свыше 800 km электрифицируемых линий.

Суммарное потребление электроэнергии на нужды ж.-д. транспорта за 1928—1936 гг. возросло в семь раз, достигнув около 700 млн. kWh¹⁰. Подсчеты показывают, что эксплуатация электрических ж. д. дала в 1934 г. экономии около 70 000 t условного топлива, в 1935 г. — около 150 000 t, а в 1936 г. — 260 000 t. Эта экономия достигает ~ 2/3 расхода топлива при паровой тяге¹¹.

Однако задание второго пятилетнего плана не

¹⁰ В том числе потребление энергии на собственно электрическую тягу повысилось за эти годы с 4,8 млн. до 253 млн. kWh.

¹¹ Подробные расчеты сделаны инж. Б. Г. Широкоговым.

выполнено: вместо запроектированных планом 5050 km электрических ж. д. мы будем иметь к началу третьей пятилетки всего около 1900 km. В перспективе третьей пятилетки предстоит значительный рост электрификации ж.-д. магистралей.

Рост материального и культурного уровня трудящихся советской страны выдвинул широкую электрификацию коммунального и домашнего хозяйства. Она играет важную роль в реализации программы «повышения материального и культурного уровня рабочих и крестьян», выдвинутой XVII съездом ВКП(б).

За последние 10 лет электробаланс коммунального хозяйства и быта возрос в семь раз, достигнув в 1936 г. около 4,6 млрд. kWh.

Яркую картину рисуют данные динамики удельного (на одного жителя) потребления энергии на нужды освещения, систематизированные по более чем 50 городам страны (с населением свыше 50 000). Во многих из этих городов до революции не было вовсе электрического освещения. В остальных потребление электроэнергии на освещение измерялось в среднем единицами киловатт-часов на жителя. И только в Москве и в Баку удельное потребление электроэнергии составляло 15 и 12 kWh. Теперь же потребление электроэнергии на нужды освещения на одного жителя СССР измеряется десятками киловатт-часов. Вот несколько цифр, которые не нуждаются в комментариях (табл. 8).

Таблица 8

Города	Удельное потребление электроэнергии на нужды освещения квт-ч/чел			Города	Удельное потребление электроэнергии на нужды освещения квт-ч/чел		
	дореволюционный год (1913 или 1914)	1935 г.	в % к довоенному году		дореволюционный год (1913 или 1914)	1935 г.	в % к довоенному году
Москва	15	94	627	Киров	5	34	680
Харьков	8	80	1000	Полтава	4	33	825
Баку	12	56	467	Рыбинск	7	29	414
Одесса	5	48	960	Симферополь . .	5	27	540
Минск	5	66	1320	Томск	4	25	625
Воронеж	9	57	633	Оренбург	4	19	475
Калинин	4	47	1175	Кострома	4	45	112
Казань	6	45	750	Житомир	4	35	875
Иркутск	7	42	600	Кременчуг	5	35	700
Смоленск	5	40	800	Херсон	3	28	933
Владивосток . .	5	39	780				

Следует, однако, заметить, что удельный вес коммунально-бытовых нужд в электробалансе народного хозяйства относительно незначителен.

Среднегодовой отпуск электроэнергии на коммунально-бытовые нужды, приходящийся на душу населения, возрос у нас за 1932—1936 гг. с 13 до 30 kWh¹². В США соответствующая цифра составляла в 1936 г. около 275 kWh, включая мелко-

моторную нагрузку и 140 kWh без последней (только на освещение жилых зданий и улиц и электробытовые приборы). В Англии этот удельный показатель составлял в 1935 г. 105 kWh, во Франции — около 70 kWh, в Германии — около 30 kWh.

Этот участок электрификации еще отстает от потребностей социалистического хозяйства. Новые колхозные селения, новые социалистические города, рост зажиточности трудящихся предъявляют особо высокие требования по этому разделу электрификации народного хозяйства. Электрификация вместе с теплофикацией и газификацией призвана глубоко реконструировать домашнее и коммунальное хозяйство.

Одним из коренных вопросов технической политики является проблема рационального выбора энергоносителей (электроэнергия, газ, пар и горячая вода) в отдельных коммунально-бытовых процессах, проблема, которая еще на сей день недостаточно разработана как с технической, так и с технико-экономической стороны. Очевидно, что этот вопрос в наших условиях в отличие от капиталистических разрешается в органической связи со строительством единой централизованной энергосистемы народного хозяйства.

Около 28,5 млрд. kWh электроэнергии, которые в этом году получит промышленность, около 1,2 млрд. kWh — транспорт, около 400 млн. kWh — сельское хозяйство и около 5,2 млрд. kWh — коммунальное и домашнее хозяйство — таковы цифры современного электровооружения народного хозяйства, которые свидетельствуют о пройденном пути в электрификации страны.

В ряде основных отраслей производства удельный вес электроэнергии в суммарном балансе энергоносителей измеряется, однако, еще относительно незначительной величиной. Например, в машиностроении этот коэффициент измеряется 10—15%, в черной металлургии — 3—4%, в бумажном производстве — 6% и т. д. Остальная часть падает на другие энергоносители, как пар и топливо в прямом виде.

Переход к новой электрической технологии обуславливает резкий скачок в коэффициенте электрификации всего энергобаланса производственных процессов и вместе с тем знаменует в каждой отдельной отрасли подлинно техническую революцию (например замена пирометаллургического процесса электрическим в цветной металлургии, электросварка и т. п.).

Исключительно остро стоит проблема рационализации потребления энергии в народном хозяйстве. Еще значительны потери энергии, которые снижают эффективность электрификации. Каждый процент потерянной электроэнергии измеряется при достигнутом в 1936 г. масштабе электробаланса 330 млн. kWh, свыше 60 000 kW генерирующей мощности, около 200 000 t топлива, а величина непроизводительных затрат электроэнергии во всех звеньях измеряется не единицами, а десятками процентов.

Борьба за экономию электроэнергии, за повышение коэффициента полезного использования последней должна идти как за счет внедрения более экономичных приемников энергии, так и за счет культурной и рациональной эксплуатации.

¹² Если цифры годового отпуска электроэнергии на коммунально-бытовые нужды отнести только на городское население, то на одного городского жителя приходилось в 1936 г. 85,3 kWh (в 1932 г. — 62,0 kWh).

**

Критически осваивая самый передовой опыт мировой техники, советская электрификация практически развернула все особенности плановой электроэнергетики, выдвинутые планом ГОЭЛРО, развитые в пятилетних планах. Важнейшие из этих особенностей строительства электроэнергетической базы страны могут быть обобщены в следующих положениях.

А. Централизация и концентрация оперирующих мощностей, объединенных сетями в системы с перспективой межрайонного объединения последних.

В 1913 г. коэффициент централизации электробаланса страны составлял 22%, на начало первой пятилетки — 40%, а в 1936 г. коэффициент централизации уже достиг 80,5%. Иными словами, на долю станций, работающих на районную сеть, уже падает около $\frac{4}{5}$ всего производства электроэнергии в стране.

Коэффициент централизации промышленного электробаланса, составлявший в 1925 г. 29,5%, достиг в 1936 г. 78%.

Основным представителем централизованного электроснабжения является районная энергосистема. Динамика и уровень развития районных систем и их удельный вес во всей электроэнергетике страны наиболее полно характеризуют качество централизованного электрохозяйства.

В 1936 г. 7 электросистем имели годовую производительность каждая выше 1 млрд. kWh (табл. 9).

Таблица 9

Основные электросистемы СССР в 1936 г.

Название электросистемы	Удельный вес систем в производстве электроэнергии в %	
	станций централизованного электро-снабжения	всех электростанций
Московская	20,0	16,1
Ленинградская	10,9	3,8
Донбассовская	16,7	13,4
Уральская	10,3	8,3
Приднепровье	10,8	8,7
Горький — Ивановская	6,3	5,1
Бакинская	4,6	3,7

Московская система по своей годовой производительности вышла на первое место в Европе¹³ и заняла второе место в мире среди тепловых электросистем. Крупнейшая в мире — Нью-Йоркская (Consolidated Gas Co of N-Y System Electric

¹³ Крупнейшей из западноевропейских систем является Рейнско-Вестфальская (RWE): отпуск с шин в 1935—1936 гг. составил 4,02 млрд. kWh (журн. „Elektrizitätswirtschaft“ № 1, 1937); Лондонская электросистема (London Power Co) — выработка в 1936 г. составляла 2,3 млрд. kWh (Electric Times, январь 1937). Парижская электросистема: выработка в 1935 г. составляла около 2,5 млрд. kWh.

Affiliates) — в 1936 г. отпустила с шин своих станций 5,6 млрд. kWh¹⁴.

Первые места среди электросистем мира по масштабу производства электроэнергии занимают гидроэлектросистемы: Ниагарская в США (годовой отпуск с шин составил в 1936 г. 6,46 млрд., а годовой электробаланс — производство и потребление электроэнергии — 7,6 млрд. kWh) и Онтарио (в Канаде) — соответственно 4,8 млрд. и 7 млрд. kWh).

Особо необходимо подчеркнуть, что относительный уровень централизации и концентрации основных электросистем в СССР выше, чем в Германии и США, как это ясно показывают следующие подсчеты:

	СССР 1936 г.	Германия 1935 г. *	США 1935 г. **
Удельный вес годовой выработки электросистем с производительностью свыше 1 млрд. kWh в год в централизованном электрохозяйстве страны в %	79,6	45,9	56,0
То же электросистем с производительностью свыше 2 млрд. kWh в год в %	68,7	33,7	35,0

* По данным Elektrizitätswirtschaft, 1936 и 1937 гг. в Германии 4 электросистемы имели в отчетном году выработку выше $1 \cdot 10^9$ kWh, в том числе 2 системы выше $2 \cdot 10^9$. По RWE и Bewag взятые для подсчета данные относятся к 1935/36 г., июнь. Таким образом показатель удельного веса этих систем в итоге 1935 г. нами несколько завышен.

** По данным El. W., 1936 г. в США 27 систем имели в отчетном году выработку выше $1 \cdot 10^9$ kWh и 11 выше $2 \cdot 10^9$ kWh.

Эти данные свидетельствуют о том, что удельный вес ведущих электросистем (с годовой производительностью свыше 1 и свыше 2 млрд. kWh) в электрохозяйстве страны в СССР значительно выше, чем в перечисленных странах.

Развитие централизованного электрохозяйства находится в непосредственной связи с развитием высоковольтных сетей.

Протяженность высоковольтных сетей с 320 км в 1913 г. возросла до 15 500 в 1937 г. Изменения в структуре высоковольтных сетей за годы революции показывают данные нижеприводимой сводки (табл. 10).

Существенным этапом в развитии районных электрических связей является освоение в 1933 г. сети Свирь — Ленинград на 220 kV. Можно с полным основанием констатировать, что централизованное электрохозяйство СССР за одно десятилетие прошло путь освоения сетей высокого напряжения, на что за границей потребовалось три десятилетия. Несмотря на эту высокую динамику, уровень развития высоковольтных сетей в СССР еще значительно отстает от потребностей централизованного электроснабжения социалистического хозяйства.

¹⁴ Общий электробаланс этой системы (производство электроэнергии + покупка от других систем) составлял в 1936 г. 7,6 млрд. kWh (El. W., май 1937).

Таблица 10
Динамика развития высоковольтных сетей
СССР и сдвиги в структуре

Состав сети по напряжению, kV	1913 г.	1927 г.	1937 г.
22 $\frac{a}{b}$	200	$\frac{550}{26,2}$	—
38 $\frac{a}{b}$	120	$\frac{791}{39,0}$	$\frac{6925}{44,8}$
60 $\frac{a}{b}$	—	$\frac{75}{3,7}$	$\frac{6,9}{0,4}$
110 $\frac{a}{b}$	—	$\frac{623}{31,1}$	$\frac{7565}{49,9}$
160 $\frac{a}{b}$	—	—	$\frac{438}{2,8}$
220 $\frac{a}{b}$	—	—	$\frac{475}{3,1}$
Всего $\frac{a}{b}$	$\frac{320}{100}$	$\frac{2044}{100}$	$\frac{15472}{100}$

a — протяженности сетей по цепям, в километрах (на начало года).

b — в % к суммарной протяженности сетей за соответствующие годы.

* 75 км на напряжении 70 kV (станция им. Класона, Москва) позднее демонтировано.

Задание второго пятилетнего плана по строительству высоковольтных сетей выполнено меньше чем на половину (на этом участке особенно «поработали» враги народа). Отдельные линии по своей пропускной способности не обеспечивают полного выпуска генерирующей мощности. Значительная мощность, которая могла бы быть использована, была заперта в связи с затяжкой строительства электрических сетей (Урал, Днепр — Донбасс). В особенности неудовлетворительна защита высоковольтных линий.

Вопросы сетевого хозяйства должны быть в центре внимания строительства электроэнергетической базы народного хозяйства.

Б. Развитие централизованного комбинированного производства электрической и тепловой энергии на базе тэц

Теплофикация в СССР является одним из важнейших факторов в плановом развитии электроэнергетики районов, во внутрирайонном размещении промышленных предприятий.

Советская теплофикация начала развиваться всего лишь с 1924—1925 гг. (когда в ряде стран теплофикация уже насчитывала два-три десятилетия), а спустя 10 лет СССР по масштабу строительства теплоэлектроцентралей уже занял передовые позиции в мире.

Поворотным моментом явилось историческое решение ЦК ВКП(б) в 1930 г., подчеркнувшего «...что в дальнейшем плане электрификации страны должна быть во всем объеме учтена задача развернутого строительства мощных теплоэлектроцентралей, в первую очередь в крупных индустриальных центрах как старых (Москва, Ленин-

град, Харьков и др.), так и новых (Челябинск, Сталинград и др.)»¹⁵.

Мощность теплофикационных агрегатов в 1935 г. уже перевалила за миллион киловатт, а удельный вес тэц в суммарной мощности тепловых станций составлял 17,5%.

За годы пятилеток централизованное теплоснабжение развернуто в новых и в ряде старых городов (новые города — при Горьковском автозаводе, при Горьковском тракторном, при Сталинградском тракторном заводе и ряд других; старые города — Ленинград, Москва, Харьков, Ростов, Иваново, Ярославль, Казань, Куйбышев и т. д.). Москва и Ленинград по уровню развития теплофикации занимают место в первом ряду городов мира.

Многие заводы и фабрики металлургической, машиностроительной, химической, бумажной, текстильной, пищевой и других отраслей советской промышленности работают на централизованном теплоснабжении.

С развитием теплофикации, со строительством теплоэлектроцентралей непосредственно связаны крупные технические сдвиги в области освоения высоких начальных параметров давления и температур, в разработке типов теплофикационных турбин, в теории и практике передачи тепла на значительные расстояния и т. д.

Но это только начало широкого развития теплофикации в нашей стране. Со всей решительностью надо подчеркнуть, что в практической реализации исторических директив товарища Сталина и ЦК ВКП(б) о теплофикации мы за последние годы имеем значительное отставание. Это в особенности относится к развитию тепловых сетей.

Необходимо решительно преодолеть это отставание в развитии теплофикации, наносящее народному хозяйству значительный ущерб и тормозящее реконструкцию энергетического баланса.

Несомненный интерес представляет комбинирование в определенных условиях районных тэц с центральными котельными низкого давления. Особо серьезного внимания требует до сих пор неразрешенная проблема стандартизации типов теплофикационных агрегатов.

В социалистической электрификации имеются исключительно широкие перспективы, не ограниченные никакими экономическими препятствиями, для развертывания наиболее передового метода в теплоэнергетике — теплофикации.

В. Развитие гидроэлектроцентралей на базе комплексного использования водных сил

Гидроэлектроцентрали, как и теплоэлектроцентрали, служат существенным фактором размещения и комбинирования производительных сил.

Гармоническое сочетание гидростанций и теплоэлектроцентралей в мощных системах, использование гидростанций как межрайонных резервных установок переключает на качественно новую ступень роль водной энергии в электробалансе страны, ставит по-новому техно-эконо-

¹⁵ ВКП(б) в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК, ч. II, стр. 715, Партиздат, М.: 1933.

Таблица 11

Сдвиги и освоение местных энергетических ресурсов
(удельный вес—в %—выработки электроэнергии районными электростанциями на разных источниках энергии)

Источники энергии	1913 г.	1936 г.
I. Привозное топливо	100	19,1
В том числе:		
Нефтетопливо	60	5,0
Донецкий уголь	40*	9,1
Антрацитовый штыб	0	5,0
II. Местное топливо	0	65,9
В том числе:		
Торф (кусовой и фрезерный)	—	18,5
Донецкий уголь (местный)	—	2,4
Антрацитовый штыб (местный)	—	12,6
Подмосковный уголь	—	9,5
Уральский и сибирский угли	—	14,8
Нефтетопливо (местное)	—	5,9
Дрова	—	1,4
Прочие виды местного топлива	—	0,8
III. Гидроэнергия	0	15,0
	100,0	100,0

* Значительная часть — заграничного (английского) угля.

ские расчеты гидростроительства и его эффективности.

В 1936 г. мощность работающих гидростанций составляла около 1 млн. kW, а находящихся в процессе и в расширении (18)—около 1,7 млн. kW. Гидростанциями было произведено в 1936 г. около 4 млрд. kWh против 400 млн. kWh в 1930 г., эквивалентно примерно 2,5 млн. t условного топлива, необходимого для годового производства того количества энергии на современных теплоэлектростанциях (при этом следует иметь в виду, что гидростанции размещены в районах хронического топливного дефицита). Но и по существу только первая ступень в великой программе использования водных сил, которыми богата страна.

Потенциальные возможности вовлечения водных сил в энергетический баланс народного хозяйства ограничены. В то же время как по масштабам, так и по удельному весу выработки гидроэлектроэнергии в суммарном электробалансе страны мы значительно уступаем передовым капиталистическим странам, запасы водных сил которых сопоставимы с гидроэнергетическими ресурсами СССР. Удельный вес гидроэлектрической энергии в электробалансе США составляет около 35%, в Германии—17,2%, во Франции—около 48%, причем в динамике этот показатель имеет ясно выраженную тенденцию к увеличению. В электробалансе же СССР удельный вес гидроэнергии составляет около 14% (1936 г.), в 2,5 раза меньше, чем в США. Мощность гидростанций в СССР в 11 раз меньше, чем в США, а в 1,6 раз меньше, чем в Германии. Исключительно актуальной является задача форсирования строительства гидростанций, повышения их удельного веса в мощности и в электробалансе страны.

Всемерное использование низкотемпературных местных топлив. Комбинированное использование топливных ресурсов. Народнo-хозяйственная значимость освоения местных топлив на электростанциях особенно значительна, учитывая ведущую роль электрификации в реконструкции энергетического баланса народного хозяйства. Итоги борьбы за новую энергетическую базу электрификации обобщены в табл. 11.

Вместо двух статей—высокосортного дальнего привозного угля и нефти,—которые только и могли бы русские станции, современный электробаланс централизованного электрохозяйства уже не может обойтись без строительства на местных энергоузелках. В современном электробалансе районных станций основными статьями являются торфяной, кусковой и фрезерный, антрацитовый, подмосковная угольная мелочь, челябинская и кизеловские угли Урала, сибирские угли, сланцевая энергия. Уже освоены и работают крупнейшие электростанции у местных топливных баз, которые из них являются рекордными в мировой энергетике).

Вполне понятно, что в борьбе за достигнутый уровень освоения местных топлив (например, торфа) советской электроэнергетике пришлось решать такие технические и технико-экономические проблемы, которые в подобных масштабах

еще не были поставлены в мировой электрификации.

На очереди стоит задача дальнейшего вовлечения в ряде районов страны местных энергетических ресурсов в энергобаланс (сланцы в Ленинградской области и в поволжских районах, природный газ и т. д.).

**

Существенно новым фактором в строительстве электроэнергетической системы СССР является достигнутый в результате первой пятилетки уровень развития промышленности по производству энергооборудования, который обеспечивает электрификацию страны оборудованием марки советских заводов.

Первый этап восстановления и реконструкции электрохозяйства СССР, как известно, почти целиком опирался на импортные заграничные машины и аппараты. Это обстоятельство наложило глубокий отпечаток на проектирование, строительство и эксплуатацию станций. Оно, в частности, повлияло на разнотипность оборудования, в известном смысле осложнившую как проектирование и монтаж, так и эксплуатацию электрохозяйства.

Развитие электроэнергетики страны во второй пятилетке уже почти целиком основано на оборудовании советских заводов. Доля импортного оборудования в новой мощности последних лет снизилась по котлам, турбинам и генераторам почти до нуля. Уже освоены в эксплуатации ряд мощных станций, укомплектованных оборудованием марки советских заводов. Это в равной мере относится и к электрификации промышленности, транспорта и других отраслей народного хозяйства. Однако наиболее важным моментом являются

не только количественные, но и качественные сдвиги советского энергомашиностроения.

Созданная энергомашиностроительная промышленность по своему техническому уровню в состоянии производить любую машину как для производства, так и для потребления энергии в народном хозяйстве.

Но создание передовой электроэнергетической базы народного хозяйства предъявляет к нашей энергопромышленности категорическое требование непрерывной творческой работы и технического прогресса во всех областях энергомашинно- и аппаратостроения. Наша энергопромышленность, несмотря на свои достижения, пока еще отстает от передовых позиций мировой техники, которая в капиталистических странах лихорадочно мобилизуется для нужд новой империалистической войны.

Стахановское движение в энергетике уже дало свои первые ощутительные результаты повышения использования оборудования, роста его производительности, снижения удельных расходов топлива и т. д. Социалистическая электроэнергетика должна стать и будет наиболее образцовой и лучшей в мире.

Заревом огней ленинско-сталинской электрификации встречает советская страна двадцатилетие Великой Октябрьской Социалистической революции.

Самый свободный в мире советский народ, обладающий подлинно демократической конституцией, идет под руководством партии Ленина-Сталина на выборы Верховного Совета СССР 12 декабря 1937 г. советский народ выберет в Верховный Совет своих лучших людей и двинет вперед к новым победам.

Старая Россия была убогая и бессильная. Советский Союз за двадцать лет стал могучей и обильной страной социализма. Да здравствует наша Октябрьская революция, принесящая счастье трудящимся СССР!

За двадцать лет социалистической революции наша родина превратилась в могучую индустриальную державу. Вперед, к новым победам коммунизма!

Трудящиеся СССР! Выбирайте в Верховный Совет доблестных патриотов нашей родины, непоколебимых борцов за счастье рабочих и крестьян, за социализм!

(Из лозунгов ЦК ВКП(б) к XX годовщине Великой Октябрьской Социалистической революции)

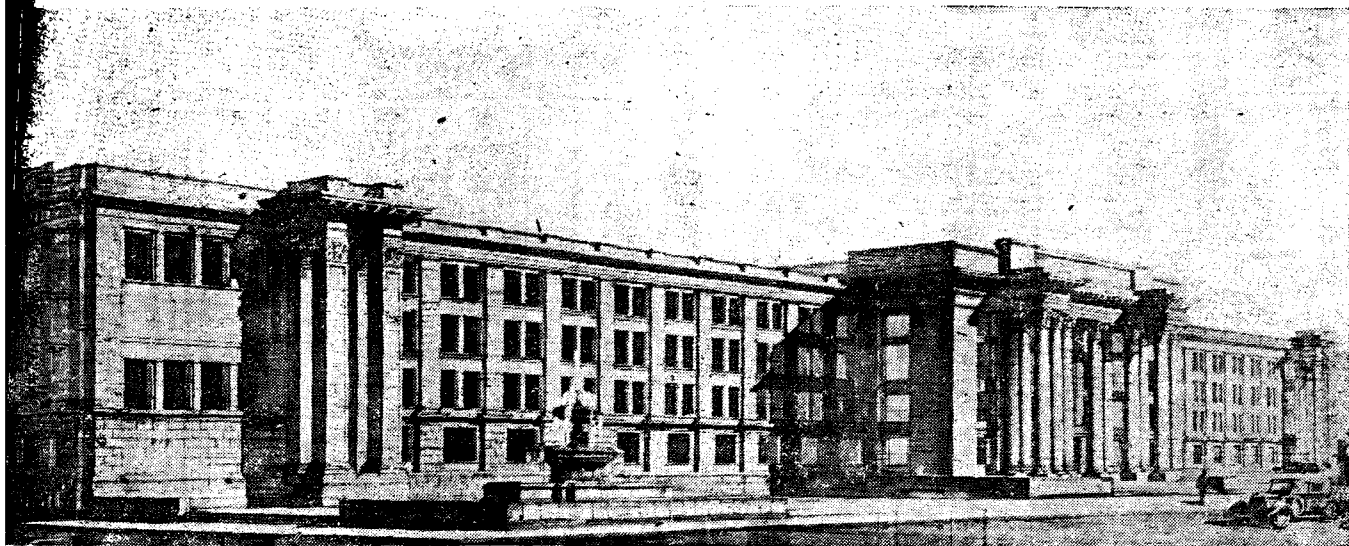


Рис. 1. Главный корпус строящегося нового здания МЭИ (проект)

Советский инженер-электрик должен быть лучшим в мире

Г. Н. Петров

Московский энергетический институт им. Молотова

ОТСУТСТВИЕ самостоятельной электротехнической промышленности в царской России, сильная зависимость этой промышленности от крупных иностранных фирм, слабое развитие электрификации получили свое отражение и в подготовке инженеров-электротехников.

Высшее электротехническое образование было развито очень слабо. Только в Петербурге имелась специальная высшая электротехническая школа, в остальных же технических школах подготовка инженеров-электриков производилась, как и у прочих, обычно на базе механических факультетов.

Хотя передовая часть технической интеллигенции того времени и сознавала необходимость расширения в России высшего электротехнического образования, однако, в условиях царского режима эта идея не находила практического осуществления. Только с 1917 г., когда Великая Октябрьская Социалистическая революция развила инициативу трудящихся России, эта идея — создание собственных электротехнических инженерных кадров для широкой электрификации страны — получила свое признание.

Только после Октября 1917 г. высшая электротехническая школа получила необходимые условия для своего развития. Задачи, которые стояли перед ней, были огромны. Товарищ И. Ленин писал:

... Мы знаем, что коммунистического общества нельзя построить, если не возродить промышленность и земледелие, причем надо возродить их не по-старому. Надо возродить их на современной, по последнему слову науки построенной, основе. Вы знаете, что этой основой является электричество ... (Ленин, 1920 г., XXV, стр. 389, изд. 3-е).

Для того чтобы справиться с этой задачей, нужны были прежде всего кадры инженеров-специалистов. Создание этих кадров являлось задачей высшей школы.

Для того чтобы понять, в каких условиях создавалась первая высшая электротехническая школа в Москве, надо вспомнить обстановку революционных боев, охвативших всю страну: все силы брошены были тогда на защиту молодой советской страны от белых армий, поддерживаемых интервентами.

Автор этих строк был тогда студентом электротехнического факультета МВТУ. Ему ясно вспоминается та обстановка, в которой жила в тот период высшая школа. Условия были тяжелые; здание училища было нетоплено; в аудиториях и лабораториях температура иногда падала ниже нуля, профессора читали лекции в шубах; многочисленные студенты, которые посещали институт, в перерывах между лекциями старались отогреть себе руки, окованные при записях лекций. А записывать их нужно было очень тщательно, так как только по ним и шло обучение; никаких электротехнических учебников не было.

Революционная волна проникла в высшие школы, раскалывая студенчество и профессию на группы, поддерживающие молодую советскую власть, и группы, настроенные враждебно ее принимающие.

Многие из числа первых студентов-электриков того времени стали затем широко известными в нашем Союзе инженерами и научными работниками.

По мере того как страна, освобождаясь от натиска контрреволюционных сил, переходила к строительству собственной социалистической

промышленности, постепенно стал крепнуть и электротехнический факультет МВТУ. Все новые и новые молодые силы вливались в него. Уже к 1925 г. факультет насчитывал в своем составе уже свыше 1000 студентов. В 1925/26 г. электротехнический факультет дал стране 78 молодых, хорошо подготовленных инженеров-электриков. К этому периоду времени в значительной мере стабилизировался также и учебный процесс.

Электротехнический факультет имел утвержденный органами Наркомпроса учебный план, рассчитанный на 5-летний срок обучения, включая сюда выполнение дипломного проекта.

Для того чтобы иметь представление о том, на каких основах строилась в тот период времени электротехническая подготовка в МВТУ, приведем некоторые исторические справки.

Учебный план того времени предусматривал три специализации: 1) электромашиностроение (электрические приборы и аппараты); 2) производство, распределение и применение электрической энергии; 3) техника связи.

Две последние специализации делились на подспециализации.

Так, вторая специализация разветвлялась на: 1) теплосиловые электрические станции, 2) гидросиловые электростанции, 3) технику высоких напряжений (тепловой и гидросиловой уклады), 4) электрическую тягу, 5) электрическое оборудование текстильных фабрик, 6) электрическое освещение.

Третья специализация распределялась на: 1) радиотехнику, 2) телеграфию, 3) телефонию, 4) сигнализацию, централизацию и блокировку, причем первые три разветвления из специальности «техника связи» подразделялись в свою очередь на эксплуатационные и производственные уклоны.

В обзоре деятельности МВТУ того периода времени мы находим следующую характеристику организации учебного процесса:

«Завершение специализации происходит во вторую половину пятого года пребывания студента на факультете, целиком посвященную квалификационному проекту. Вместо квалификационного проекта студенты могут также выполнять либо научно-литературную работу либо работу лабораторного характера.

В течение всего срока пребывания студента на факультете для него является обязательным отбытие двух летних практик (общего и специального характера).

Вне выполнения общей практики студент не получает задания по квалификационному проекту, без выполнения специальной — не допускается к защите названного проекта.

Введение 5-летнего плана обучения дало возможность установить строгую последовательность прохождения отдельных курсов. Лаборатории почти везде сдвинуты на семестр позже соответствующих курсов, предполагая полное усвоение этих курсов.

Соотношение между числом часов лекций и практических занятий характеризуется (в процентах) табл. 1.

Средняя нагрузка студента в неделю составляет 36 час. занятий в училище; более 50%

Таблица

Курс	Лекции	Упражн.	Проек- тиров.	Лабор.	Всего	
					лекции	практ.
I	45,8	30,6	—	23,6	45,8	54,2
II	43,4	38,2	2,6	15,8	43,4	56,6
III	44,4	30,6	7	18	44,4	55,6
IV	33,3	25	14	27,7	33,3	66,7
V	Различные цифры в зависимости от специализации					

этого времени, как видно из таблицы, уделено разным видам практических занятий.

Стремление к углублению отдельных специализаций выражено в настоящем учебном плане (т. е. в плане 1925 г.—Г. П.) не только расширением основных дисциплин данной специализации и введением целого ряда узко специальных предметов, носящих характер факультативных курсов... К общеобразовательным предметам предусматриваемым прежними планами, добавлялись в настоящем плане военные предметы; иностранные языки; введением военных предметов факультет предугадал соответствующее распоряжение о включении их в учебные программы всех вузов; необходимость обязательного знания иностранных языков для инженера не нуждается в мотивировке».

Приведенная выше характеристика учебного процесса электротехнического факультета показывает, что в тот период имела уже вполне сложившаяся в основных своих чертах система подготовки инженера-электрика.

Все основные элементы, существующие в современной системе подготовки, в то время в той или иной мере уже имели место: значительный рост лекционного преподавания и лабораторных работ, обязательное производственное обучение, дипломное проектирование, общность учебного плана на первых годах обучения и сдвиг специальностей на последний курс.

Отсутствие достаточных помещений в бывшем здании МВТУ, мешавшее развитию научно-исследовательской работы, с одной стороны, и необходимость подготовки новых научных кадров, с другой стороны, привели к идее создания специального научно-исследовательского электротехнического института, который первоначально зародился в подвальных помещениях физического института МВТУ, а затем при поддержке В. И. Ленина вырос в самостоятельный институт ГЭЭИ и затем ВЭИ. Общность научных кадров и оборудования многие годы связывала этот институт с электротехническим факультетом МВТУ, а затем МЭИ.

Быстрый рост различных отраслей народного хозяйства привел к необходимости значительного расширения контингента учащихся МВТУ; поэтому в 1929 г. возникла мысль о разукрупнении сильно выросшего к этому времени училища на ряд самостоятельных вузов, один из которых должен был быть организован на базе электротехнического факультета, насчитывавшего к этому времени в своем составе более 1500 студентов.

Это разукрупнение и образование самостоятельного электротехнического втуза было закончено в 1930 г., причем руководящие организации признали целесообразным присоединить к этому вузу также молодое электротехническое отделение Института народного хозяйства им. Плеханова.

Так закончился период первоначальной организации Московского энергетического института и Молотова в нынешнем его составе.

К этому периоду МЭИ значительно уже окреп; он обладал хорошо подготовленным преподавательским коллективом, большинство из которого являлось питомцами самого института. Значительно укрепилась также и лабораторная база.

Перед высшей технической школой в этот период времени были поставлены новые и весьма важные задачи, сформулированные в решениях ноябрьского пленума ЦК ВКП(б) 1928 г. о высшей школе и в решениях ноябрьского пленума ЦК ВКП(б) 1929 г.

Нынешний период остро ставит, в связи с новыми требованиями, вопрос не только о количестве, но и о качестве специалистов. Развитие промышленности и сельского хозяйства на основе последних достижений мировой науки и техники, острая перестройка всего производственного аппарата, сложность происходящих социально-экономических процессов в условиях борьбы между социалистическими и капиталистическими элементами — требуют нового типа технических руководителей и организаторов строящегося социалистического хозяйства (промышленности, транспорта, сельского хозяйства, финансов, кооперации, торговли и т. д.).

Эти кадры должны обладать достаточно глубокими специально-техническими и экономическими знаниями, широким общественно-политическим кругозором и качествами, необходимыми для организаторов производственной активности широких масс трудящихся». (Из решения ноябрьского пленума ЦК ВКП(б) 1929 г.).

Эти задачи и были положены в основу той перестройки подготовки электротехнических кадров, которую стал проводить МЭИ.

Для того чтобы приблизить инженера, выпускаемого втузом, к производству, для того чтобы быстрее насытить это производство квалифицированными кадрами, был намечен переход от более широкой, ранее существовавшей специализации к более узкой и целеустремленной. Специализация стала получать отражение в учебных планах, начиная уже со второго года обучения. Количество специализаций сильно возросло. Значительно увеличено было время, отводимое в учебном процессе на производственную практику студентов.

Этот период развития советской высшей технической школы и, в частности МЭИ, характеризуется также тем, что высшая школа была пополнена необычным для нее составом учащихся. В высшую школу пришли студенты «парттысячи», студенты «профтысячи», испытанные в революционных боях члены партии, настойчивые и крепкие большевики. Они были направлены для обучения с тем, чтобы из них могли в дальнейшем сфор-

мироваться опытные и испытанные руководители социалистической промышленности.

Резкое увеличение контингента учащихся, а также новые задачи, поставленные перед высшей школой в связи с ростом всех отраслей советской промышленности, не сразу позволили наладить и правильно организовать учебный процесс.

В период времени до 1932 г. высшая школа допустила ряд ошибок и не сразу сумела найти правильные пути для перестройки преподавания. Эти ошибки в той или иной степени были свойственны и МЭИ.

Сентябрьское постановление партии и правительства 1932 г. о реформе высшей школы было направлено в первую очередь к устранению всех этих дефектов в работе втузов. Оно представляло собой широко задуманный план коренного преобразования всей работы высшей школы; оно указывало на необходимость решительно покончить с непрерывной реорганизацией учебного процесса, указывало на необходимость создания устойчивого учебного плана, устойчивой сети втузов, устойчивого учебника; оно указывало, что излишняя дробность специализации привела к тому, что втузы стали выпускать не инженера, а скорее техника, что самые методы ученического подхода к преподаванию, систематическое натаскивание сильно способствовали этому. Период с 1932 г. до настоящего времени характеризуется в жизни МЭИ значительными сдвигами вперед.

В институте создан крепкий, хорошо спаянный и дружно работающий коллектив высококвалифицированных специалистов. Все лучшие электротехнические силы Москвы были привлечены к работе в институте. Начала крепнуть также и развиваться теплотехническая специальность. Этот последний период в жизни МЭИ характеризуется не только непрерывным улучшением учебного процесса, его стабилизацией, но также и непрерывным ростом научно-исследовательской работы.

Хотя в существующем своем виде МЭИ не обладает лабораториями вполне технически оборудованными, однако, несмотря на это, научно-исследовательская работа кафедры института непрерывно растет.

Этот рост можно характеризовать следующими цифрами (табл. 2).

Таблица 2

Годы	1933	1934	1935	1936	1937
Число тем	20	92	120	143	154
Стоимость работ в тыс. руб.	20	710	1200	1550	900 за полугодие

Чтобы характеризовать тематику научно-исследовательской работы МЭИ, можно назвать некоторые из тем, касающиеся различных вопросов электротехники, теплотехники и гидроэнергетики:

1. Исследование золотостойника для тэц ЗИС—инж. Каплинский, инж. Костомаров.

2. Суточное регулирование гидроэлектроцентралей в энергетической системе и методика графических способов расчетов в гидроэнергетике — инж. Сейфулла, проф. Золотарев.

3. Потребители-регуляторы нагрузки в энергосистемах — инж. Элькинд.

4. Методика техно-экономического проектирования энергосистем — проф. Кукель-Краевский.

5. Применение уровня Ван-дер-Ваальса для реальных газов — инж. Вуколович.

6. Исследование ротационных машин, определение расчетных параметров для проектирования много моторного привода ротационных машин — инж. Лернер, инж. Товстопалов.

7. Исследование тормозных режимов асинхронных короткозамкнутых двигателей и составление руководящих указаний по расчетам режимов — инж. Яковлев, инж. Голован.

8. Разработка методов расчета светового пучка для линз Френеля при источниках света конечных размеров — инж. Батусов, инж. Корякин, проф. Белькинд.

9. Разрядники с петлевой характеристикой для защиты установок постоянного тока — инж. Дубинин, — инж. Теддер, проф. Сиротинский.

10. Расчет городских замкнутых сетей типа сеток проф. Глазунов, инж. Мельников.

11. Защита 2-обмоточных генераторов — инж. Костров.

12. Измерение мощности синхронных машин по углу смещения ротора — проф. Кулебакин, инж. Бобов.

13. Авторегулирование напряжения электрических машин с помощью тиратронов — инж. Бабкин.

14. Исследование нерезонирующих трансформаторов — инж. Липковский.

15. Утроители частоты в установках сильного тока — инж. Петроковский, проф. Петров.

16. Электрокинетические явления в диэлектриках — инж. Тареев, проф. Комарков.

17. Разрушение водяных эмульсий в минеральном масле током переменного напряжения — инж. Дроздов.

18. Динатронный генератор — инж. Лившиц, проф. Беликов.

19. Абсорбция излучения в ртутных парах при высоких давлениях — инж. Курепин.

Даже приведенный сухой перечень некоторых исследовательских работ, выполненных кафедрами МЭИ, дает представление о разнообразии тематики научно-исследовательских работ, выполняемых научными силами института. Вовлечение молодых инженеров в научно-исследовательскую работу кафедр дало возможность МЭИ за последние годы выпустить десятки молодых научных работников, закончивших аспирантуру и защитивших диссертацию на ученую степень кандидата технических наук.

Однако в настоящее время в МЭИ все еще имеется значительный разрыв между потенциальными и реальными возможностями научно-исследовательской работы.

Несмотря на то, что МЭИ не обладает специально приспособленными для высшей школы помещениями, территориально разбросанными в трех районах Москвы, ему в последний период вре-

мени все же удалось достигнуть ряда положительных результатов как в организации учебной работы, так и в политико-воспитательной работе среди студенчества.

Эти успехи в работе МЭИ неоднократно отмечались на всесоюзных соревнованиях вузов, организованных ЦК ВЛКСМ, ВЦСПС и газетой «Комсомольская правда», причем в последней туре соревнования МЭИ получил первое место среди вузов и вузов в Союзе.

За все время своего существования, начиная с 1917 г., когда нынешний МЭИ зародился в недрах МВТУ, институт дал стране около 5000 инженеров. Динамика выпуска инженеров с 1930 г. дана в табл. 3.

Таблица 3

Год выпуска	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	Всего
Число выпущенных инженеров по широкому профилю . . .	506	390	397	167	517	951	420	376	3724
Число выпущенных студентов по резко выраженному профилю	—	—	98	40	81	18	96	57	390
Всего . .	506	390	495	207	598	969	516	433	4114

Эта громадная армия инженеров-питомцев МЭИ разбросана сейчас по всему Советскому Союзу. Трудно найти такое энергетическое предприятие в Союзе, где бы сейчас не работали питомцы МЭИ, активно участвующие в строительстве нашей социалистической родины. Однако небольшая презренная кучка инженеров МЭИ изменила интересам своей родины и оказалась в стане врагов народа. Враги народа проникли также и в преподавательский коллектив института. От всего коллектива института требуется повышение его революционной бдительности.

Таковы краткие итоги работы МЭИ к XX годовщине Великой Октябрьской Социалистической революции.

Однако коллектив института не переоценивает своей работы по созданию советских инженеров-электриков и теплотехников и продолжает бороться за еще лучшие показатели учебной работы.

Желание улучшить работу тем более воодушевляет коллектив работников института, что юбилейные дни XX годовщины революции совпадают с началом реализации давнишней мечты всего коллектива — получения для института специального оборудованного здания, полностью приспособленного для наилучшей организации учебного процесса, с лабораториями, оборудованного в соответствии с задачами современной техники.

Строительство нового здания МЭИ уже идет, оно раскинулось на площади в 9 га в Москве, в Лефортове и состоит из главного корпуса, в котором сосредоточены почти все аудитории и лаборатории, не требующие тяжелого оборудова-

физическая, химическая, электротехническая, электроматериаловедения, светотехники, электровакуумной техники, радиотехники, авионики и телемеханики, фото-кинолаборатория, испытания материалов, военные кабинеты.

Полезная площадь этого здания около 25 000 м² ший вид здания с фасада показан на рис. 1).

Электротехнический корпус имеет полезную площадь 8500 м². В этом корпусе сосредоточены лаборатории: электромашинная, высокого напряжения, электрической тяги, электрических станций сетей, электрических аппаратов, электрификации промышленных предприятий и ртутных выпрямителей. Теплотехнический корпус имеет полезную площадь в 6800 м², в нем сосредоточены лаборатории паровых двигателей, котельных установок, фабрично-заводской теплотехники, теплофикации, основ теплотехники, гидравлики, воды и топлива, технологии металлов и электрических печей.

Имеются все основания считать, что этот комплекс трех зданий позволит нам лучшим образом организовать учебный процесс и исследовательскую работу по всем основным специальностям института:

1. Электроэнергетической (электрические станции, сети и системы, техническое планирование энергетики).

2. Электромеханической (электрические машины, аппараты, электрический привод, электрозачи).

3. Электрофизической (электровакуумная и светотехника, радиотехника и автоматика и телемеханика).

4. Теплотехнической (паровые двигатели, котлы, теплосиловые станции, промышленное использование тепла).

Кроме указанных трех корпусов, на площади института будет сооружен физкультурный павильон со спортивными площадками, столовая и большой жилой корпус.

Вновь строящееся здание рассчитано на контингент учащихся 3000 чел. Стоимость его сооружения выражается в 50 млн. руб., из которых 15 млн. падает на первоочередное оборудование лабораторий.

Таковы перспективы МЭИ на пороге XX годовщины Великой Социалистической революции.

Каковы же задачи высшего электро- и теплотехнического образования, которые ставит перед собой МЭИ в ближайший период времени?

В настоящее время система инженерно-энергетического образования в значительной мере стабилизировалась, однако ряд серьезных недостатков в ней еще не устранен.

Одним из основных недостатков является значительный разрыв между общенаучной и специальной подготовкой инженера. Очень большая по своему объему и глубине подготовка по высшей математике, теоретической механике, сопротивлению материалов, теоретической электротехнике

и ряду других дисциплин, которую студент получает на первых двух курсах, мало используется при последующем изучении студентом специальных дисциплин. Эти дисциплины еще во многих случаях читаются на довольно низком теоретическом уровне.

Приобретенную кропотливым трудом хорошую теоретическую подготовку студент к моменту выхода своего из института в значительной мере теряет. Этим можно объяснить тот факт, что попытки отдельных передовых специальных кафедр на IV и V курсе поднять теоретический уровень предмета часто не приводят к нужным результатам: студенты это воспринимают с трудом, не имея постоянной соответствующей тренировки в приложении своих знаний.

Второй недостаток в существующей системе подготовки инженера в значительной степени противоположен первому. Он заключается в не совсем правильной постановке преподавания общенаучных и общетехнических дисциплин. Желание усилить теоретическую вооруженность инженера привело, несомненно, к заметной перегруженности основных дисциплин первых курсов. Усвоение такого большого материала под силу только наиболее одаренной части студенчества. Главная же масса успевает усвоить материал только формально, отсюда часто полное неумение приложить свои знания к разрешению конкретных задач.

Необходимо для устранения этого серьезного недочета применить хорошо испытанную систему концентрического чтения ряда общенаучных курсов, когда в основную обязательную часть выделяется необходимый минимум, который главная масса студентов может усвоить прочно и не формально, а специальные вопросы курса, развитые сильнее, чем в настоящее время, читаются факультативно. К сожалению, факультативные курсы по общенаучным дисциплинам в настоящее время во втузах не включаются в учебные планы.

Третьим недостатком, устранение которого должно быть поставлено теперь в порядок дня, является недостаточность технологической подготовки. Подготавливая во втузе будущих строителей машин, аппаратов, станций, мы обучаем их сейчас все же со значительным отрывом от технологических вопросов. Студент обучается расчету, конструированию, но не умеет хорошо построить рассчитанный им же агрегат или установку.

Мы отметили здесь основные на наш взгляд недостатки, которые присущи еще энергетическому образованию и, в частности, системе подготовки в МЭИ. Устранение этих недочетов и является очередной задачей, стоящей перед коллективом МЭИ, который в XX годовщину Великой Октябрьской Социалистической революции взял на себя обязательство не на словах, а на деле добиться подготовки лучшего в мире советского инженера.

ВОЛОГОДСКАЯ
ЦЕНТРАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА
Вологда, Возрождения, 9

Электропромышленность СССР к двадцатилетию Октября

Я. М. Губер и П. Н. Иванн
Главэнергпром

ГОСПОДСТВУЮЩИЕ позиции в электропромышленности дореволюционной России были прочно заняты иностранными концернами.

Спрос на электроизделия в большинстве своем покрывался не отечественным производством, а за счет импорта. Свыше 55% электроизделий, потребляемых страной, в готовом виде ввозилось из-за границы. По отдельным же отраслям электропромышленности удельный вес импорта достигал почти 100% (по электрическим лампам — до 90%, по электроизмерительным приборам — 93% и т. д.).

В 1913 г. в стране насчитывалось до сотни электротехнических предприятий. Но подавляющее большинство их представляло собой типичные кустарные мастерские, которые самыми примитивными способами и в очень скромных размерах изготавливали простейшие типы электроизделий, обычно занимаясь вместе с тем и мелким ремонтом и мелкими монтажными работами. Основная же масса изготавливавшейся электротехнической продукции падала на десяток-полтора сравнительно более крупных предприятий. Именно эти заводы за единичными лишь исключениями находились в иностранных руках, являясь по сути дела филиалами, «дочерними предприятиями» соответствующих зарубежных фирм.

Вот несколько цифр, которые могут иллюстрировать это положение. Из 72,5 млн. руб., вложенных в электротехническую промышленность России, к началу империалистической войны — свыше 51 млн. руб., т. е. до 70%, падало на иностранные капиталы.

Из 35 млн. руб., составлявших стоимость электротехнической продукции (сильного тока), изготовленной за 1913 г. внутри страны, до 29 млн. руб., т. е. около 83%, приходилось на предприятия, находившиеся в иностранных руках. Кстати, следует обратить внимание на приведенную выше цифру. Объем продукции всей сильноточной продукции дореволюционной России (35 млн. руб.) оказывается меньше современного выпуска одного такого завода, как «Электросвет», который далеко не может быть причислен к ряду крупнейших предприятий советской электротехнической промышленности.

Научно-техническая база электропромышленности старой России находилась по ту сторону границ на основных предприятиях концернов, владевших русскими заводами. Оттуда в готовом виде поступали все расчетные и исследовательские материалы; как правило, сколько-нибудь развитых конструкторских бюро или лабораторий на предприятиях внутри страны не имелось.

Руководящие кадры, особенно связанные непосредственно с технической стороной дела, формировались обычно также из иностранных инженеров и техников.

Основные виды сырья, в том числе все специальные виды материалов для электротехниче-

ского производства (электролитическая медь, трансформаторное и динамное железо, изоляционные материалы) ввозились из-за границы.

Самые ответственные по своему назначению и наиболее сложные в техническом отношении части и детали электрических машин и аппаратов обычно шли из-за границы. В связи с этим электротехнические заводы в России, даже более крупные из них, приобретали характер полусоборных мастерских.

Иностранные концерны, владевшие в России электротехническими предприятиями, конкурируя между собой и стремясь охватить весь внутренний рынок, ставили на заводах производство самых разнообразных видов электроизделий. Так например, завод Всеобщей компании электричества в Риге (теперь — Харьковский электромеханический и турбогенераторный завод им. Сталина) изготовлял и электромоторы, и трансформаторы, и распределительные устройства, и аппаратуру, и железнодорожную сигнализацию, и прожекторы, и установочный материал, и осветительную арматуру, и даже тормозные устройства.

И наряду с этим целый ряд отраслей электропромышленности, имеющих первостепенное народнохозяйственное значение, вовсе отсутствовал.

Генераторы для электростанций как для паровых турбин, так и для гидротурбин внутри страны не изготовлялись. Не было поставлено высоковольтного аппаратостроения, а равно и производства высоковольтных изоляторов. Не выпускались и крупные трансформаторы.

В области светотехники также господствовала кустарщина. Производство электрических ламп ютилось в нескольких мелких мастерских, совершенно незаслуженно носивших название фабрик. Мастерские эти занимались лишь сборкой — все детали лампы ввозились из-за границы.

Еще более кустарно было производство осветительной арматуры. Совсем не изготовлялось в России электрической изоляции. Электропромышленность полностью была лишена важнейшего своего вспомогательного производства, без которого не могло быть и речи о самостоятельном развитии.

Между тем с первого же периода Октябрьской революции перед электропромышленностью были выдвинуты принципиально новые по своему содержанию и грандиозные по объему задачи.

План ГОЭЛРО, разработанный по инициативе и под непосредственным руководством товарища Ленина и охарактеризованный товарищем Сталиным как «...единственная в наше время марксистская попытка подведения под советскую надстройку хозяйственно-отсталой России действительно реальной и единственно возможной при нынешних условиях технико-производственной базы», с исчерпывающей четкостью определил то

новое место, которое должно занять электричество в экономике страны, идущей к социализму. «...Единственной возможной экономической основой социализма является крупная машинная индустрия. Тот, кто забывает это, тот не коммунист. Мы должны конкретно разработать этот вопрос. Мы не можем ставить вопросы так, как это делают теоретики старого социализма. Мы должны ставить их практически. Что значит современная крупная промышленность? Это значит электрификация всей России»¹.

Осуществление плана ГОЭЛРО требовало создания в кратчайший срок технической базы электрификации в виде собственного широко развитого и технически передового производства электрооборудования. Необходимо было заново создать электротехническую промышленность.

Перешедшие от дореволюционной эпохи электротехнические заводы были подвергнуты реконструкции, превратившей их по существу в совершенно новые предприятия.

Вот несколько характерных примеров.

Завод «Электросила» им. Кирова из небольшого завода, изготовлявшего главным образом нормальные электродвигатели и трансформаторы средних габаритов, превращен в мощный комбинат, включающий в себя наряду с нормальным электромашиностроением также целый ряд новых отраслей электропромышленности: турбогенеростроение, гидрогенераторостроение, производство крупных агрегатов, производство ртутных выпрямителей. Среди вновь воздвигнутых громадных корпусов (турбокорпус, гидрокорпус, цех нормальных машин, цех средних машин, корпус ртутных выпрямителей) совершенно теряются здания старых мастерских.

Основные фонды завода только за последние 10 лет возросли в восьмикратном размере.

Завод «Динамо» им. Кирова, который раньше представлял собой небольшое предприятие общего электромашиностроения с крайне пестрым ассортиментом продукции, перестроился в специализированный завод электротягового и кранового оборудования, развернувший у себя такие новые отрасли, как электровозостроение, производство электрооборудования для метро и пригородных железных дорог для промышленного и городского транспорта.

На территории Харьковского электромеханического завода им. Сталина воздвигнут громадный корпус Турбогенераторного завода, оснащенного высокосовременным оборудованием и рассчитанного на производство крупных турбоагрегатов мощностью в 50 000 и 100 000 kW.

На заводе «Электрик» постройка нового сварочного корпуса коренным образом изменила его производственный облик, превратив его в единственную в Союзе базу по производству электро-сварочного оборудования.

Наряду с реконструкцией старых заводов шло строительство новых предприятий электропромышленности. Среди них на первое место выделяется электрозавод им. Куйбышева. Созданный в 1927 г. на территории и в недостроенных кор-

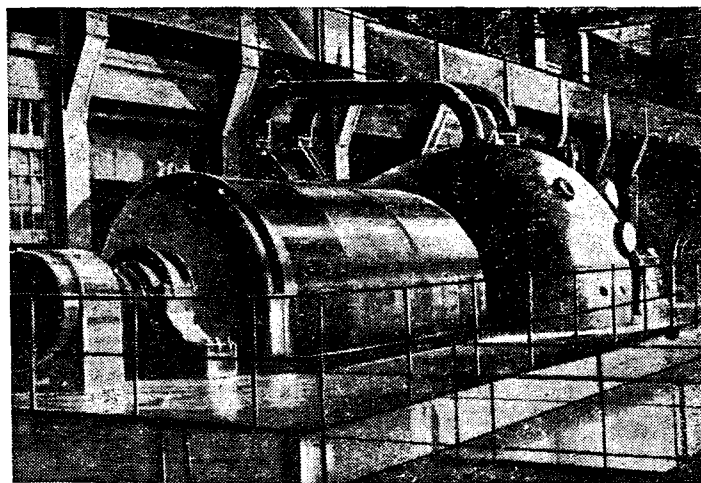


Рис. 1. Турбогенератор мощностью 58 800 kVA, 10 500 V, 1500 об/мин производства Харьковского турбогенераторного завода на Зуевской электростанции

пусах предприятия резиновой промышленности «Проводник» электрозавод вырос в крупнейший электротехнический комбинат, с полумиллиардным объемом производства.

Из новостроек последних лет выделяется Уральский аппаратный завод, представляющий собой первое звено нового центра электропромышленности—группы предприятий Уралэлектромашина.

Общие итоги работ по созданию производственной базы электропромышленности могут быть охарактеризованы следующими данными о движении основных фондов.

Основные производственные фонды сильноточной электропромышленности

Годы	Основные фонды млн. руб.	% к 1925 г.
1925	37,8	100
1928	85,4	225
1932	163,0	430
1933	206,9	543
1937	301,7	794

За годы второй пятилетки основные фонды электропромышленности удвоились, на протяжении же последнего десятилетия имеет место их восьмикратное увеличение.

Основные направления технического развития электропромышленности, непосредственно определяемые характером задач, возложенных на нее в деле социалистической реконструкции народного хозяйства, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Концентрация максимальных мощностей в единице оборудования.
2. Повышение напряжения.
3. Внедрение индивидуального и многомоторного электропривода, специализация его применительно к специфическим условиям работы в отдельных отраслях.

¹ Ленин, Доклад на III конгрессе Коммунистического Интернационала. Сочинения, т. XXVI, стр. 461—462.

4. Автоматизация управления производственными процессами.

5. Внедрение электроэнергии в технологические процессы.

6. Облегчение конструкций электродвигателей, экономия материалов, в первую очередь металла.

Подводя итоги своего развития, электропромышленность может насчитать немало крупнейших технических побед. Но вместе с тем целый ряд больших проблем, выдвинутых перед электропромышленностью в процессе социалистического строительства, все еще остается нерешенным, целый ряд участков, имеющих первостепенное народнохозяйственное значение, все еще отстает от уровня предъявляемых к ним требований.

Перед электропромышленностью со всей остротой стоит задача полной ликвидации последствий вредительства врагов народа, тормозивших и срывавших развитие электромашиностроения, высоковольтного аппаратостроения и т. д.

* * *

Турбогенераторостроение. К производству турбогенераторов завод «Электросила» им. Кирова приступил в 1924/25 и ХЭТЗ им. Сталина в 1935 г. Чтобы судить о росте продукции за истекший период времени, достаточно сказать, что по сравнению с 1924/25 г. выпуск турбогенераторов в 1937 г. на заводах «Электросила» и ХЭТЗ уве-

личился в 95 раз и по сравнению с первым годом второй пятилетки (1932 г.) примерно в 2,5 раза.

Первоначальная серия турбогенераторов завода «Электросила» была разработана на основе иностранного, главным образом американского, опыта и была доведена до мощности в 50 000 kW при 1500 об/мин. Однако в 1935 г. завод приступил к внедрению в производство новой серии (серия второй пятилетки), более надежной в эксплуатации, с лучшим использованием материалов и более высокими к. п. д. Вся серия рассчитана на 3000 об/мин, в том числе турбогенератор на 100 000 kW, являющийся по своей мощности наибольшим в мире при данном числе оборотов и наиболее экономичным по к. п. д. и по расходу материалов. (Фирма SSW выпустила турбогенераторы мощностью 80 000 kVA, а фирма ACEA — мощностью 72 000 kVA при 3000 об/мин.) Первый турбогенератор на 100 000 kW, 3000 об/мин выпущен к двадцатилетию Октября и первый турбогенератор на 50 000 kW, 3000 об/мин будет выпущен в ноябре—декабре 1937 г.

Использование материалов в этих турбогенераторах достигло следующих рекордных значений по полному весу на 1 kW мощности:

50 000 kW — 2,5 kg на 1 kW мощности на жимах машины;

100 000 kW — 2,3 kg на 1 kW мощности на жимах машины.

Если в общем весе генератора в 50 000 kW на 3000 об/мин по сравнению с генератором той же мощности на 1500 об/мин и не достигнуто резкой экономии металла (вес генератора на 1500 об/мин 150 t, а на 3000 об/мин — 123 t), то вес наиболее дорогих материалов снизился примерно вдвое. Так, например, вес ротора снизился с 60 до 28,2 t, вес меди с 14 до 8,2 t. Необходимо учесть, что при переходе с 1500 к 3000 об/мин главная экономия в весе получается за счет турбины.

ХЭТЗ, приступивший к турбогенераторостроению лишь в 1935 г., выпустил и установил на Зугрэс в 1936 г. 2 турбогенератора по 58 800 kVA, 1500 об/мин, 10 500 V, $\cos \varphi = 0,85$.

Сопоставление техно-экономических показателей турбогенераторов производства заводов «Электросила» и ХЭТЗ с подобными машинами передовых иностранных фирм показывает, что наряду с достижением выдающегося эффекта по использованию материалов, к. п. д. наших генераторов находится на весьма высоком уровне, не уступая ни одной из машин мировых фирм.

Гидрогенераторостроение. В 1924 г. перед заводом «Электросила» была поставлена весьма трудная для того времени задача постройки гидрогенераторов мощностью по 8750 kVA при 11 000 V, 75 об/мин для Волховской гидростанции с наружным диаметром станины в 10,3 м. Несмотря на трудности, завод «Электросила» своевременно изготовил и установил эти гидрогенераторы, которые по своим эксплуатационно-экономическим показат-

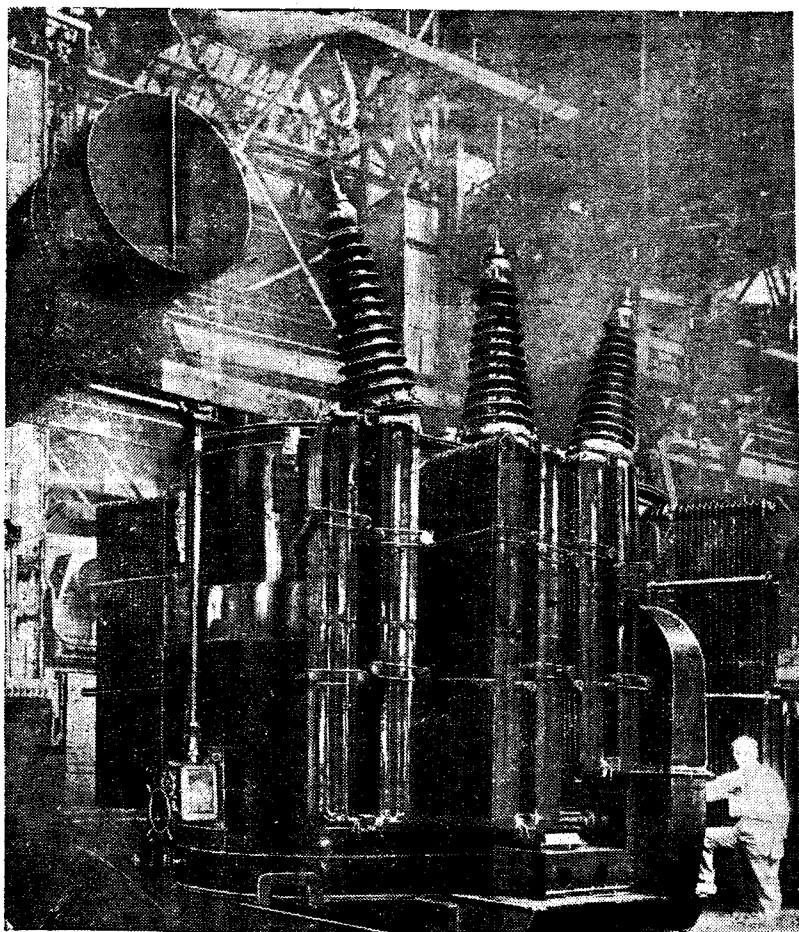


Рис. 2. Трехфазный двухобмоточный трансформатор мощностью 15 000 kVA на напряжение 154 kV

сям оказались выше своих соседей по станциям — шведских гидрогенераторов той же мощности поставки фирмы ACEA.

Следующими этапами в развитии гидрогенеростроения были свирские генераторы по 10 000 kVA, 11 000/12 100 V, 75 об/мин, днепровские

трансформаторы изготовлялись (в качестве побочной продукции) на заводах ХЭМЗ, «Электросила» и «Динамо». Максимальное напряжение трансформаторов доходило тогда до 38 kV, а по мощности только отдельные единицы достигали 7500 kVA.

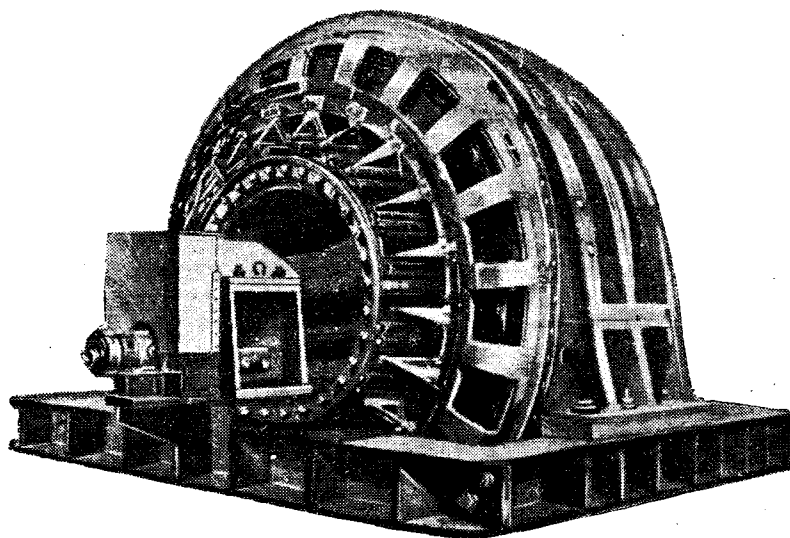


Рис. 3. Мотор типа МП-607 мощностью 2500 л. с., 40/80 об/мин, 700 V, построенный Харьковским электромеханическим заводом им. Сталина для среднелистового стана Запорожстали

генераторы мощностью по 77 500 kVA, 13 800 V, 88,2 об/мин, свирские второй очереди 40 000 kVA, 13 200 V, 83,3 об/мин, иваньковские и химкинские для системы Волга — Москва и ряд других. В настоящее время находятся в стадии проектирования генераторы для Угличской и Рыбинской гидростанций мощностью по 68 750 kVA при 62,5 об/мин. Нива III мощностью по 44 000 kVA, 187,5 об/мин и др.

В целях усовершенствования конструкции и повышения уровня техно-экономических показателей гидрогенераторов завод «Электросила» приступил к освоению в производстве крупных гидрогенераторов зонтичного типа², отличающихся расположением подпятника под ротором на нижней крестовине, а не над ним, как это имеет место в обычных типах гидрогенераторов.

ХЭТЗ, приступивший к гидрогенераторостроению в 1934 г., выпустил в 1936 и 1937 гг. ряд генераторов для Баксанстроя и Ульбастроя мощностью по 11 500 kVA, 6300 V, 500 об/мин, которые по сравнению с ранее выпущенными аналогичными генераторами имеют на 20% большую мощность при тех же габаритных размерах и весах.

По своим техно-экономическим показателям и рекордным мощностям выпущенные заводом «Электросила» гидрогенераторы заняли место в одном ряду с наиболее передовой американской техникой.

Трансформаторостроение³. Московский трансформаторный завод (МТЗ) приступил к выпуску трансформаторов в 1928 г. До этого времени

За истекший период времени на МТЗ полностью освоено производство всех видов трансформаторов, в том числе высоковольтных и высоко-мощных вплоть до двухобмоточных трансформаторов напряжением 220/121 (Донэнерго-Зуевка) и 220/154 kV (Днепр—Донбасс) мощностью 40 000 kVA в одной фазе.

Постройка более мощных трансформаторов лимитируется грузоподъемными средствами завода, однако принципиально нет никаких особых технических затруднений к выпуску трансформаторов мощностью до 60 000 kVA в фазе (180 000 kVA в трехфазной группе) при 110 или 220 kV на стороне высокого напряжения.

В 1935 г. заводом был выпущен испытательный трансформатор на 300 kV и в настоящее время находится в изготовлении каскад на 1000 kV (2 трансформатора по 500 kV).

Заводом освоено производство высоковольтных и маломощных трансформаторов (560 kVA, 110 000/6000 V $\pm 5\%$ и др.) малых габаритов для обслуживания ж.-д. транспорта, которые могут получить широкое применение при электрификации сельского хозяйства.

В 1936 г. МТЗ был выпущен первый в СССР трехфазный двухобмоточный трансформатор со встроенной регулировкой под нагрузкой мощностью 20 000 kVA и напряжением:

$$110\,000 \pm 2 \times 2,5\% / 11\,000 \pm 4 \times 3\% \text{ V.}$$

Обмотка высшего напряжения снабжена обычными переключателями для переключения без нагрузки при отключении от сети трансформаторе. Переключение со стороны низшего напряжения производится под нагрузкой и имеет целью регулировать напряжение обмотки высшего напря-

² См. ниже статью инженера завода «Электросила» Р. Абе.

³ Подробнее см. ниже статью инженера Московского трансформаторного завода Л. М. Шницер.

жения в пределах 93 210 V до 121 000 V при рабочих напряжениях со стороны низшего напряжения от 10 000 до 11 000 V. В настоящее время находится в производстве аналогичный трансформатор мощностью 31 500 kVA.

Кроме трансформатора со встроенной регулировкой, выпущен трехфазный бустер-трансформатор для наружной установки, для регулирования под нагрузкой длительной мощности 40 500 kVA при напряжении $110\,000 \pm 5 \times 2\%$ V. Одновременно готовится к выпуску аналогичный бустер-трансформатор на 60 000 kVA. Бустер состоит в основном из регулировочного автотрансформатора, серийного трансформатора, реактора и переключающего механизма.

Помимо указанных, заводом освоен ряд новых конструкций трансформаторов для питания ртутных выпрямителей, каскадных трансформаторов напряжения, косинусных трехфазных масляных конденсаторов, реакторов, трансформаторов для электропечей и пр.

Учитывая, что к трансформаторостроению электропромышленность подошла вплотную лишь в 1928 г., успехи и достижения в этой области могут быть оценены как весьма крупные.

Высоковольтная аппаратура. В конце 1925 г. производство высоковольтной аппаратуры было сконцентрировано на нынешнем заводе «Электроаппарат», находившемся до 1925 г. в консервации.

Примерно до 1928 г. завод «Электроаппарат» строил аппаратуру для напряжений, не превышающих 35 kV. Первые выключатели и разъединители на 100 kV были выпущены в 1928 г. Дальнейшее развитие завода до конца первой пятилетки характеризуется достаточно быстрым освоением новых конструкций аппаратуры, среди которых начали занимать все большее место высоковольтные выключатели и другие высоковольтные аппараты. В 1932 г. завод выпустил для свирской гидростанции первый масляный выключатель напряжением 220 kV и разрывной мощностью 2,5 млн. kVA, являвшийся в то время по своему напряжению и разрывной мощности одним из крупнейших в мире.

Если в течение первой пятилетки завод «Электроаппарат» достаточно успешно овладевал производством высоковольтной аппаратуры, то во второй пятилетке завод сильно отстал от уровня передовой техники.

Только в 1936—1937 гг. завод «Электроаппарат» приступил к проектированию и частично к внедрению в производство новой серии маломасляных выключателей на все напряжения от 6 до 220 kV с предельной разрывной мощностью до 2,5 млн. kVA, а также ряда новых конструкций по прочей номенклатуре завода (грозовые разрядники, бронированные распределительные устройства, трансформаторы тока, разъединители, защитная аппаратура и пр.).

В 1936—1937 гг. аппаратный завод «Уралэлектромашина», еще не законченный строительством, приступил к освоению производства масляных выключателей для установки на стене на 6,6 kV, 400, 600 и 1000 A при разрывной мощности 150—200 MVA и на 10 kV, 400, 750, 2000 и 3000 A. Для наружных установок в сетях напряжением 35 kV

запроектированы и выпущены пробные образцы на номинальную силу тока 600 A и на разрывную мощность в 750 MVA.

Помимо этого, заводом частично запроектирована и частично освоена в производстве новая серия однополюсных и трехполюсных разъединителей на 6 и 10 kV с магнитным замком, предохраняющим ножи от выбрасывания при коротких замыканиях, пневматические приводы для выключателей и разъединителей и ряд аппаратов для сигнализации и блокировки.

Нормальное электромашиностроение (до 1500 kW при 1500 об/мин). Нормальное электромашиностроение сосредоточено на заводах ХЭТЗ им. Сталина, «Электросила» им. Кирова, «Вольта», ЯГЭМЗ и им. Лепсе. Завод «Динамо», изготовлявший примерно до 1928—1929 гг. нормальные машины, всецело перешел на производство транспортного электрооборудования.

Примерно до 1926 г., заводы продолжали выпускать машины по старым конструкциям. К проектированию новых более использованных серий машин заводы приступили в 1926 г., когда завод «Электросила» запроектировал серию малых асинхронных двигателей типа А, которая заменила старый тип R фирмы SSW, гораздо более тяжелый. В 1929 г. завод «Электросила» разработал новую гораздо более использованную серию двигателей типа И мощностью от 0,25 до 4,5 kW взамен серии А. По меди серия И давала экономию в среднем около 50% и по железу около 40% по сравнению с серией А. К моменту выпуска двигателей серии И они были самыми легкими в мире.

Завод им. Лепсе разработал в 1927 г. серию асинхронных двигателей ТА с фазным ротором



Рис. 4. Вертикальный синхронный двигатель 3500 kVA, 214 об/мин для насосов канала Волга—Москва (Харьковский электромеханический завод им. Сталина)

мощностью от 0,25 до 11 kW, которые были впоследствии переработаны и облегчены на 30—40%, благодаря переходу на американскую обмотку, вентилиацию и короткозамкнутое исполнение взамен фазного.

В 1929 г. ХЭТЗ приступил к внедрению новой серии асинхронных двигателей типа Т с фазным коротким замыканием мощностью от 6,8 до 100 kW взамен типа Д конструкции фирмы AEG 1901 г. По своим экономическим и техническим показателям серия Т была на уровне мировой техники того времени.

Асинхронные двигатели выше 100 kW выпускались заводами «Электросила» и ХЭТЗ по старым конструкциям SSW и AEG 1911—1913 гг. вплоть до 1930 г. В 1930 г., когда потребность в крупных двигателях значительно возросла, заводы «Электросила» и ХЭТЗ приступили к модернизации своих серий машин и к повышению их технико-экономических показателей. В результате этой работы была получена значительная экономия меди и активного железа, но конструкции машин на обоих заводах были разные, различавшиеся по шкале мощностей, качественным показателям и габаритным размерам.

Нормальные машины постоянного тока изготовлялись до 1929 г. на заводах ХЭМЗ (тип НН), «Электросила» (тип ГМ), «Динамо» (тип НП), и «Вольта» (тип Г). Начиная с 1929 г., это производство было сконцентрировано на одном заводе ХЭТЗ, и с 1934 г. в связи с повысившимся спросом на машины постоянного тока выпуск нормальных машин постоянного тока был возложен на заводы ХЭТЗ и «Электросила», изготовляющие в настоящее время эти машины по конструкции ХЭТЗ серии ПН.

Для унификации типов нормальных электрических машин, что имеет большое народнохозяйственное значение и создает базу для стандартизации и нормализации деталей машин, в 1930—1931 гг. было создано Всесоюзное техническое бюро (ВТБ) при ВЭИ, которым был разработан проект первой всесоюзной серии асинхронных двигателей АТ. Однако эта серия не была доработана до конца, и для внедрения ее в производство требовалась коренная переработка серии. За эту работу взялись три завода: ХЭТЗ, «Электросила» и «Вольта», и в результате вместо единой серии были получены 3 серии, более или менее отличающиеся одна от другой.

В дальнейшем были коренным образом переработаны, усовершенствованы и вновь разработаны проекты следующих серий электрических машин:

- а) асинхронных двигателей от 0,25 до 10 kW (завод «Электросила»);
- б) асинхронных двигателей от 10 до 100 kW (ХЭТЗ);
- в) асинхронных двигателей свыше 100 до 1500 kW (завод «Электросила»);
- г) синхронных генераторов от 15 до 60 kVA (завод «Вольта»);
- д) синхронных машин от 80 до 2000 kVA (ХЭТЗ);
- е) закрытых и взрывобезопасных асинхронных двигателей от 2,3 до 150 kW, включая рудничное исполнение (ХЭТЗ);
- ж) машин постоянного тока от 0,25 до 200 kW (ХЭТЗ).

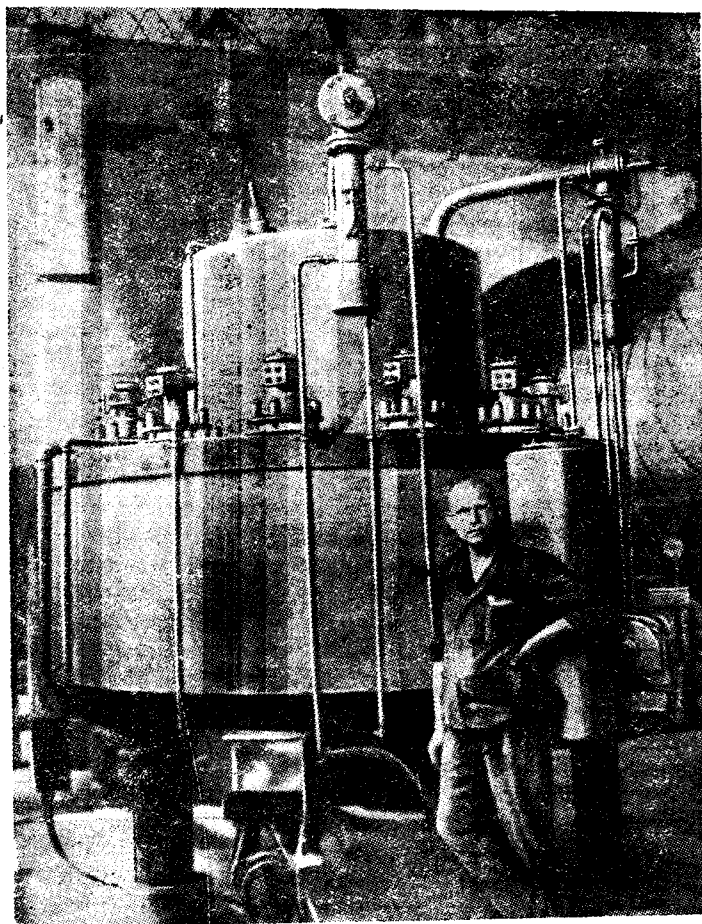


Рис. 5. Ртутный выпрямитель типа РВ-70

В стадии проектирования (эскизного и рабочего) находятся следующие серии машин:

- а) закрытые и взрывобезопасные асинхронные двигатели свыше 150 до 300 kW (ХЭТЗ);
- б) малые машины от нескольких ватт до 2—3 kW (завод им. Лепсе);
- в) трехфазные коллекторные двигатели («Электросила»);
- г) асинхронные двигатели свыше 10 до 1000 kW 3000 об/мин («Электросила»);
- д) пеньдель динамомашин (ХЭТЗ).

Сравнение технико-экономических показателей за проектированными едиными сериями машин с нашими сериями 1935—1936 гг. и с аналогичными сериями ведущих мировых фирм показывает, что при одинаковых к. п. д. и $\cos \varphi$ расход активных и конструктивных материалов в машинах единых серий ниже. В частности, сравнение общих весов асинхронных двигателей единой серии МА-200 завода ХЭТЗ мощностью 10—100 kW с машинами наиболее передовых фирм (AEG, SSW, Sachsenwerk, английские фирмы и др.) показывает, что машины этой серии являются наиболее легкими в мире.

По сравнению с двигателями ХЭТЗ типа М 1936—1937 гг. имеем следующие показатели: вес меди снижен на 25%, вес железа снижен на 13% и общий вес снижен на 18%. По серии синхронных машин типа МС завода ХЭТЗ мощностью 100—2000 kVA имеем следующие показатели: в аналогичной серии синхронных машин ведущей английской фирмы расход меди на 30 до 100% выше,

чем в серии МС, а в серии ХЭТЗ типа СТ 1935 г. расход меди выше на 30 до 70%.

Исключение составляют лишь серии машин постоянного тока ПН и асинхронных двигателей АМ 100—1500 kW, которые несколько устарели и в настоящее время перерабатываются. Проведенные на заводе ХЭТЗ конструкторские и исследовательские работы по модернизации серии АМ показывают на опытных образцах реальную возможность дальнейшего снижения расхода меди от 23 до 30%.

Сравнение серий машин, выпускавшихся нашими заводами лет 10 назад, с ныне разработанными единичными сериями машин показывает, что за сравнительно короткий срок наши электромашиностроительные заводы полностью усвоили новейшие методы проектирования серий машин, которые по своим показателям не уступают образцам лучших мировых фирм. Своевременное внедрение этих серий машин в производство даст народному хозяйству огромные выгоды и в первую очередь экономию сотен тонн меди и активного железа в год.

Крупное электромашиностроение. Заводом ХЭТЗ им. Сталина освоена серия крупных асинхронных двигателей мощностью до 8400 kW в одной единице при 500 об/мин, 6000 V. По сравнению с ранее выпускаемыми аналогичными двигателями новые исполнения отличаются значительным облегчением веса, улучшением изоляции и общим повышением надежности.

Далее закончена модернизация серии крупных машин постоянного тока типа МП-550. Внедрение в производство этой серии машин обеспечит экономию в расходе материалов до 20%. Из машин этой серии следует особо отметить выполнение трехмашинных агрегатов на 2200 kW, 123 V; 18 000 A для Уральского и Днепровского магниевого комбината.

Для работы в особо тяжелых условиях при больших пиковых нагрузках разработана ХЭТЗ в 1936 г. серия машин постоянного тока МП-600 с предельной мощностью до 6000 kW при 250 об/мин. В качестве наиболее сложного и ответственного представителя этой серии следует отметить 20-полюсный двигатель на 2500 л. с., 40/80 об/мин для агрегата Леонарда среднелистового стана Запорожстали.

Целый ряд крупнейших объектов, выдающихся по своим мощностям и по сложности разрешенных в них технических задач, выполнен заводом «Электросила» им. Кирова. Среди них на первом месте стоит группа машин листопрокатного цеха Запорожстали, состоящая из следующих единиц.

2 реверсивных двигателя постоянного тока мощностью по 5000 л. с. с регулировкой числа оборотов от 50 до 100 в минуту для индивидуального привода горизонтальных валков слябинга. В целях равномерного распределения нагрузки между этими двумя двигателями, соединенными параллельно, они снабжены особыми балансными обмотками, соединенными последовательно.

1 двигатель мощностью 2500 л. с., 100/275 об/мин для привода вертикальных валков слябинга.

1 агрегат Леонарда-Ильгнера для питания двух двигателей по 5000 л. с. и одного на 2500 л. с.

Агрегат состоит из трех генераторов постоянного тока по 3500 kW средней квадратичной мощности и одного асинхронного двигателя 8000 л. с. и мазвика.

6 двигателей постоянного тока на 3500 л. с. 175/400 об/мин для привода чистовых клетей прокатки и ряд других крупных машин постоянного тока, имеющих сложнейшие схемы возбуждения для обеспечения устойчивой работы при верхней скорости.

Из крупных синхронных машин, изготовленных ХЭТЗ, следует отметить следующие.

Электродвигатель мощностью 5500 kVA, 500 об/мин, 6300 V для агрегата Леонарда среднелистового стана Запорожстали.

Вертикальные двигатели для насосов канала Волга—Москва каждый мощностью 3500 kVA, 214 об/мин, 6600 V.

Для прокатных станов Петровско-Забайкальского завода заготовлены заводом «Электросила» 2 двигателя мощностью 900 kW, 500 об/мин и 1100 kVA, 333 об/мин, 6000 V.

Для Запорожстали заводом «Электросила» построены прокатный двигатель на 2200 kW, 600 об/мин, 6300 V, двигатель для работы в агрегате 6500 kW, 370 об/мин, 6300 V и др.

Для Мосэнерго заводом «Электросила» изготовлен синхронный компенсатор мощностью 15 000 kVA, 750 об/мин, 6600 V. ХЭТЗ изготовлены 3 синхронных компенсатора по 10 000 kVA, 6600 V, 750 об/мин и находятся в производстве компенсаторы 15 000 kVA, 6600 V и 7500 kVA, 11 000 V.

Ртутные выпрямители. К изготовлению металлических ртутных выпрямителей завод «Электросила» приступил в 1927 г. С момента организации этого производства завод выпустил выпрямителей на суммарную мощность, значительно превосходящую миллион киловатт постоянного тока. С 1928 г. завод начал выпускать ртутные выпрямители типа РВ-5 на 500 A выпрямленного тока, с 1929 г. — РВ-10 на 1000 A, с 1930 г. — РВ-20 на 2000 A, и в настоящее время заводом освоено производство выпрямителей РВ-40 на 2900 A, 825 V (для метро), РВ-70 на 5000 A для электрохимии и цветной металлургии, РВ-1/150 на 12 000 V, 1000 kW, РВ-20-3 однофазного тока на 1500 V, 2000 kW для установки на электровозе и ряд других. С 1932 г. на заводе проводились опыты с управляющими сетками, и с 1935 г. завод приступил к выпуску выпрямителей с управляющими сетками для регулирования напряжения.

Сравнение производства ртутных выпрямителей завода «Электросила» с уровнем мировой техники показывает еще значительную отсталость нашей промышленности в этой области.

Автоматическое управление. Панели для автоматического управления электропривода изготовляются заводом ХЭТЗ им. И. В. Сталина, начиная примерно с 1932 г.

Впервые была выпущена заводом панель для автоматического управления электродвигателями вспомогательных механизмов прокатных цехов. Вслед за этим заводом было освоено производство автоматического управления системой загрузки доменной печи, посредством которой осуществляется автоматическая подача в доменную печь свыше 3000 t руды, кокса и известняка в сутки.

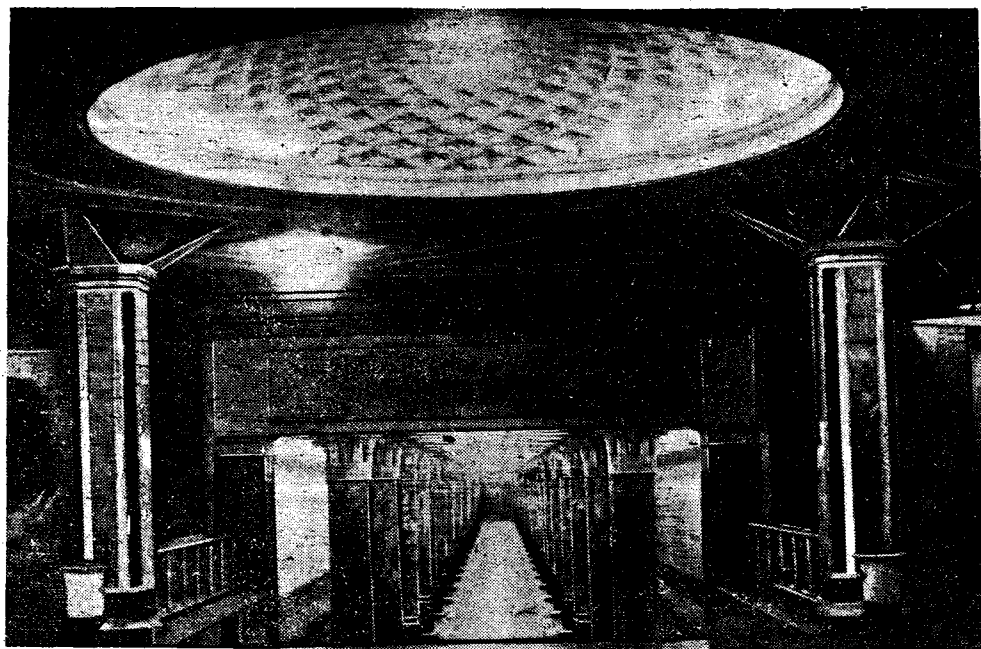


Рис. 6. Освещение аванзала Киевской подстанции метро

В системе загрузки участвуют 14 двигателей, приводящих автоматически в действие различные механизмы по строго заданной программе. Последовательность операций различных механизмов, увязанных между собой автоматической блокировкой, не зависит от машиниста, пускающего в ход систему загрузки одним лишь нажатием кнопки.

Первый экземпляр автоматического управления загрузкой доменной печи был выпущен в 1933 г. для Сталинского металлургического завода, где и по сей день работает бесперебойно. Доменные печи, пущенные в период 1933—1936 гг., оборудованы все без исключения ХЭТЗ аналогичными автоматическими управлениями, но более усовершенствованными.

В 1936 г. заводом была разработана новая, более совершенная система автоматической загрузки, которая была установлена на доменной печи Запорожстали. В том же 1936 г. ХЭТЗ был изготовлен комплектный автоматический электропривод для среднелистового стана Запорожстали. Далее была разработана заводом система автоматического управления электроприводом кривошипных ножниц для слябинга Запорожстали, где требуется осуществлять давление 2000 т. Электрический автоматический привод кривошипных ножниц такой мощности осуществлен ХЭТЗ впервые в мире. В 1936 г. заводом был разработан целый ряд автоматических управлений для механизмов запорожского тонколистового стана (главный привод, летучие ножницы, рольганги с динамическим торможением и др.).

После длительного изучения непосредственно на нефтяных скважинах процесса вращательного бурения заводом был сконструирован автоматический регулятор подачи инструмента, испытание которого дало положительные результаты.

За последние 3—4 года ХЭТЗ изготовил ряд полуавтоматических шахтных подъемников для угля, руды, соли и др. В 1937 г. заводом разработаны системы полной автоматизации подъема

как для системы Леонарда, так и для приводов с нормальным асинхронным двигателем, без участия обслуживающего персонала.

Помимо вышеуказанных, заводом ХЭТЗ осуществлен ряд автоматических управлений для шахтных вентиляторов, насосных станций, бумагоделательных машин, для текстильных машин и др. Первые автоматические управления насосных станций ХЭТЗ исполнил в 1936 г. для канала Волга — Москва. К автоматизации управления гидростанций (Истринская и гидростанции канала Волга — Москва) завод приступил лишь в 1936—1937 гг.

* * *

Констатируя бесспорно крупные достижения электропромышленности к XX годовщине Октября, следует, однако, отметить, что сравнение состояния техники на наиболее передовых мировых предприятиях Европы и Америки и на наших показывает, что по ряду объектов производства мы отстаем.

Турбогенераторы, выпускаемые в Союзе, имеют напряжение на зажимах не более 11 000 V, между тем передовые фирмы Англии на протяжении уже 8—9 лет выпускают турбогенераторы напряжением 22 и 33 kV. По имеющимся сведениям последние обходятся значительно дороже в производстве, чем турбогенераторы тех же мощностей на 6,6 и 11 kV. Однако большая экономия меди в распределительных устройствах станций на 33 kV и более, высокие к. п. д. турбогенераторов на 33 kV по сравнению с турбогенератором на 11 kV плюс повысительный трансформатор говорят о рентабельности турбогенераторов на 33 kV и выше. Поэтому одной из задач третьей пятилетки является разработка конструкции и освоение производства турбогенераторов напряжением на зажимах в 33 и 66 kV.

Следующей не менее важной задачей является внедрение в производство турбогенераторов с во-

дородным охлаждением. Как известно из американской практики, водородное охлаждение позволяет уменьшить вес машины процентов на 20 и повысить к. п. д. в машинах мощностью порядка 50 000 kW до 1—1,1%. Освоение в производстве турбогенераторов с водородным охлаждением, безусловно, даст народному хозяйству значительные выгоды. Помимо водородного охлаждения, в течение третьей пятилетки должна быть проверена целесообразность применения масла и совола для охлаждения обмоток статора, что значительно повышает электрическую прочность изоляции.

Учитывая рост мощности электроцентралей в третьей пятилетке, необходимо приступить в ближайшее же время к разработке конструкции турбогенераторов на 200 MW и к освоению в производстве гидрогенераторов зонтичного типа на 68,0 MVA и 92 MVA для волжских гидростанций.

Машины для установки на открытом воздухе. Водородное охлаждение даст особенно высокий экономический эффект в применении к преобразователям частоты и синхронным компенсаторам благодаря тому, что они могут устанавливаться на открытом воздухе и таким образом дают большую экономию капитальных затрат.

В США уже установлен в настоящее время ряд мощных совершенно закрытых преобразователей частоты и синхронных компенсаторов с водородным охлаждением на суммарную мощность в несколько сот тысяч kVA, среди которых имеются синхронные компенсаторы на 60 000 kVA и преобразователи частоты в 20 000 kVA в одной единице. Перед нашими электромашиностроительными заводами стоит задача разработки конструкции и освоение в производстве серии синхронных компенсаторов с водородным охлаждением мощностью до 60 000 kVA.

Заводом МТЗ до сего времени не освоено производство нерезонирующих трансформаторов. Между тем передовые заграничные заводы выпускают такие трансформаторы в серийном порядке как наиболее экономичные и надежные в эксплуатации, обеспечивающие повышение грозоупорности энергосистем. Переключение под нагрузкой получило за границей широкое применение даже для трансформаторов малых напряжений и мощностей, а МТЗ до сего времени выпущено всего лишь несколько штук трансформаторов со встроенной регулировкой напряжения и несколько штук бустер-трансформаторов. Поэтому необходимо в первые же годы третьей пятилетки полностью догнать заводы Западной Европы и Америки по части регулировки напряжения под нагрузкой, повышения грозоупорности трансформаторов средних габаритов и внедрения в производство мощных нерезонирующих трансформаторов, а также освоить производство эффективных заземляющих приспособлений, обеспечивающих большую надежность электрических сетей.

Помимо этого, необходимо приступить к выпуску силовых трансформаторов с улучшенными весовыми показателями и более высокими к. п. д. за счет уменьшения потерь в железе.

По части специальных трансформаторов должно

быть освоено производство каскадов до 1500 kV выпущены опытные многофазные трансформаторы для конверторов (в связи с проблемой передачи постоянным током), взрывобезопасные трансформаторы, заполненные соволом, и др.

В порядке подготовки к реализации вышеуказанных задач третьей пятилетки, в тематический план научно-исследовательских работ ВЭИ на 1937 г. были включены следующие темы:

1. Разработка конструкции силовых трансформаторов на 400 kV и исследование вопросов внутренней изоляции аппаратов на 400 kV.

2. Исследование перенапряжений и защиты от них в трансформаторах с переключением под нагрузкой.

3. Участие в обследовании выпускаемых и в проектировании новых грозоупорных трансформаторов и импидоров.

4. Исследование импульсной прочности главной изоляции трансформаторов на 110—220 kV.

5. Разработка общих закономерностей до импульсной прочности трансформаторного масла на напряжения 2000 kV.

Из приведенного выше краткого обзора уровня техники высоковольтной аппаратуры видно, что положение с этим производством весьма неблагоприятно. Большинство выпускаемых в настоящее время заводом «Электроаппарат» типов масляных выключателей имеют значительный перерасход металла и масла по сравнению с современными маломасляными и безмасляными и не обеспечивают надежной и бесперебойной работы. До настоящего времени завод «Электроаппарат» не освоил в должной мере производства комплектных бронированных распределительных устройств, улучшающих компоновку и увеличивающих надежность электростанций и сетей. Между тем в Западной Европе и в Америке бронированные распределительные устройства внедрены почти во всем диапазоне высоких напряжений за исключением лишь 220 и 287 kV. Резкое отставание продукции завода «Электроаппарат» от уровня мировой техники ставит под угрозу надежность работы станций и электросетей.

Несмотря на это, конструирование и освоение в производстве новых более совершенных аппаратов проходит чрезвычайно медленно. Последствия вредительства на этом участке электропромышленности далеко еще не ликвидированы. Работы лабораторий заводов и институтов по исследованию новых пробных образцов также проводятся весьма слабыми темпами. Для обеспечения прогресса аппаратостроения в Союзе на заводе «Электроаппарат» должно быть в кратчайший срок закончено сооружение высоковольтной лаборатории и лаборатории разрывных мощностей, обеспечивающих выпуск выключателей разрывной мощностью до 2500 MVA. На Уральском аппаратном заводе также должны быть оборудованы высоковольтная лаборатория и лаборатория разрывных мощностей от 2500 до 3000 MVA.

Лаборатории Уральского завода должны обеспечить испытание и массовый выпуск выключателей и трансформаторов для Куйбышевского гидроузла на напряжение порядка 400 kV.

В 1938 г. ВЭИ должен обеспечить сооружение высоковольтной установки, состоящей из каскада трансформаторов на 1500 kV, импульсного генератора на 6000 kVA и лаборатории больших токов для обеспечения необходимых разработок по освоению напряжения порядка 400 kV.

Из основных задач по освоению новых конструкций в третьей пятилетке следует отметить следующие:

1. Полное освоение в 1938—1939 гг. производства маломасляных выключателей от 3 до 100 kV с временем выключения менее 0,1 sec. и выключателя на 220 kV разрывной мощностью 2500 (100) MVA со временем выключения 0,06—0,07 sec.

2. Создание конструкции и внедрение в производство серии безмасляных выключателей, работающих на новых принципах (на основе результатов испытания опытного образца ионномеханического выключателя ВЭИ) и серию выключателей сжатым газом с разрывной мощностью до 100 kVA.

3. Изготовление и испытание в 1938—1940 гг. опытного образца выключателя на 400 kV мощностью 4000 kVA со временем выключения 0,06—0,07 sec.

Далее должно быть освоено производство серии мощных плавких предохранителей до 100 kV с разрывной мощностью до 1000 MVA, азотопополненных реакторов на напряжение 110 kV, высококачественных разъединителей на 5000—10000 A и выключателей постоянного тока на 10, 50 и 100 kV в связи с работами над проблемой передачи энергии постоянным током.

В порядке подготовки к реализации проблем третьей пятилетки в 1937 г. был возложен на ВЭИ ряд задач, среди которых на первом месте стоят создание безмасляного или масляного выключателя на 400 kV, выбор изолирующих расстояний и разработка конструкции втулки на напряжение 400 kV.

Советские электромашиностроительные заводы за сравнительно короткий срок (10—11 лет) достигли ряда крупнейших успехов в производстве нормальных и крупных электрических машин, что наглядно показывает громадные возможности социалистической системы.

Однако эти возможности не использованы в полной мере, и по ряду типов машин имеется отставание от технического прогресса за границей.

Сравнивая номенклатуру продукции наших заводов и передовых мировых фирм, можно констатировать, что ряд типов и модификаций машин, давно уже освоенных зарубежными фирмами, нашими заводами до сего времени не выпускаются. Сюда, в частности, относятся следующие виды машины: трехфазные коллекторные двигатели с широкой регулировкой числа оборотов (до 1:12—1:15), на которые предъявляют большой спрос текстильная, полиграфическая, бумажная и другие отрасли промышленности; двигатели со встроенными редукторами для получения низких чисел оборотов на рабочем валу; однофазные двигатели с конденсаторным пуском; мелкие высокочастотные двигатели для инструмента; высокооборотные двигатели на 18 000—30 000 и более оборотов в минуту, универсальные

коллекторные двигатели; серия асинхронных двигателей в защищенном и взрывобезопасном исполнении на 3000 об/мин; маломощные однофазные и трехфазные синхронные генераторы; мелкие синхронные генераторы для медицинских целей; маломощные синхронные двигатели и ряд других типов машин. Указанные машины выпускаются передовыми мировыми фирмами в серийно-массовом порядке.

Высоковольтные асинхронные двигатели на 3000, 6000 и 10 000 V изготавливаются иностранными фирмами для достаточно низких мощностей. Так, фирма Джи выпускает асинхронные двигатели на напряжение 2200 V, начиная с мощности 25 л. с., а наши заводы изготавливают двигатели на 3000 V, начиная лишь с 100 kW и выше. Вертикальные, фланцевые, многоскоростные, встроенные и другие модификации двигателей, хотя и предусмотрены проектами единых серий машин, но в производстве они внедрены лишь для весьма малого диапазона мощностей.

Ряд отраслей промышленности требует электрические машины, способные работать в сырости, в атмосфере, насыщенной щелочью, кислотами и едкими газами и при сравнительно высокой температуре окружающей среды. Для обеспечения народного хозяйства такими машинами нашим заводам требуется освоить производство высоких сортов теплостойкой, противосырьевой и теплопроводной изоляции, давно освоенные зарубежными заводами.

Особое внимание должно быть уделено дальнейшему облегчению весов машин, повышению к. п. д., расширению ассортимента машин, повышению напряжения на зажимах, уменьшению шума и вибрации и созданию специальных машин и электроприводов.

На основе работ, проведенных ВЭИ по применению в электромашиностроении постоянных магнитов из никель-алюминиевых сталей, в 1938 г. следует изготовить и исследовать пробные образцы синхронного генератора, синхронного двигателя и машины постоянного тока мощностью порядка 15—20 kW с постоянными магнитами.

Далее должны быть доведены до конца работы, начатые в ВЭИ по созданию схемы генераторов и преобразователей постоянного тока на сверхвысокое напряжение до 110 kV и выше.

На протяжении уже ряда лет ртутные выпрямители получили за границей широкое применение в цветной металлургии, электрохимии, в горном деле и в бумажной промышленности. В Германии имеются установки для производства цинка на суммарную силу тока в 30 000 A, для производства алюминия в 30 000 и 80 000 A. В 1935/36 г. в Германии установлен ряд ртутных выпрямителей для питания двигателей постоянного тока шахтных подъемников на 750 и 2000 kW, для реверсивных прокатных станов, для шахтных вентиляторов мощностью 1050 kW, для насосов, бумажных машин, металлообрабатывающих станков, для электропоездов на 2400 и 2160 kW и т. д. Широкое применение получили ртутные выпрямители с рекуперацией электрической энергии на транспорте, где они дают большую экономию энергии.

За границей имеются в эксплуатации ртутные выпрямители на 28 000 V и изготовлен лабораторный образец ртутника на 50 000 V.

Все эти достижения заграничной техники нашей промышленностью далеко не освоены, лишь теперь ВЭИ и заводы „Электросила“ и ХЭТЗ приступили к экспериментам по применению ртутных выпрямителей для питания двигателей шахтных подъемников и прокатных станов.

Главнейшие задачи, стоящие перед электропромышленностью в третьей пятилетке, в основном здесь сводятся к следующему:

1. Внедрение в производство шестифазного игнайтрона на 1000 A, 600 V на основе работ ВЭИ и разработка типа на 2000 A, 600 V.

2. Разработка и освоение производства игнайтронов для целей освещения и сварки.

3. Широкое внедрение управляемых ртутных выпрямителей взамен системы Леонарда для реверсивных прокатных станов и шахтных подъемников с реверсом и рекуперацией.

4. Разработка схем тяговых подстанций с применением рекуперации энергии.

5. Внедрение в производство (на заводе «Буревестник») шестианодных стеклянных выпрямителей на 1000 V, 500 A и на 3000 V, 300 A.

6. Разработка конструкции и освоение производства ртутных выпрямителей на 50 kV, 50 A и проработка вопросов, связанных с получением выпрямителей до 100 kV.

7. Разработка проекта и освоение в производстве новой облегченной серии ртутных выпрямителей с уменьшенным падением напряжения в дуге, вводя в эту серию воздушное охлаждение.

8. Закончить строительство цеха и сооружение мощной вполне современной лаборатории ртутных выпрямителей в 1938 г.

Автоматическое управление является одним из наиболее отсталых участков нашей промышленности. Громадное количество номенклатуры автоматической аппаратуры, выпускаемой заграничными заводами, ни в какой мере не может сравниться с небольшим ассортиментом, выпускаемым нашими заводами. Количество автоматизированных гидростанций исчисляется у нас единицами, и автоматические подстанции почти совсем отсутствуют. Крайне слабо внедрено в энергосистемы телеизмерение. Между тем для выполнения директив партии и правительства о максимальном повышении производительности механизмов необходимо обеспечить все отрасли народного хозяйства автоматическим управлением этими механизмами.

Необходимо немедленно приступить к разработке типовых схем и к внедрению в производство соответствующей аппаратуры для автоматизации гас, тэц, энергосистем, угледобычи, металлургии, металлообрабатывающей промышленности, химической промышленности, нефтяной промышленности, бумажной промышленности, текстильной, полиграфической, пищевой, стекольной и т. д.

Для решения стоящих в третьей пятилетке задач по автоматизации управления механизмами необходимы следующие мероприятия:

1. Организационное объединение руководства

автоматикой и контрольно-измерительной в одном центре.

2. Создание мощной производственной и научно-исследовательской базы.

3. Объединение кадров, занимающихся автоматикой в различных организациях, в одной организации.

4. Создание мощной проектно-монтажной организации.

Несмотря на значительные темпы количественного роста продукции и на непрерывное расширение ассортимента выпускаемых изделий, наше светотехническое производство все еще резко отстает от уровня мировой техники.

За последнее 2—3 года передовые заграничные заводы приступили к массовому выпуску биспиральных ламп, ламп с наполнением ксеноно-ксеноновой смесью, газосветных, ртутных и натриевых ламп, обладающих значительно большей экономичностью и светоотдачей по сравнению с нормальными лампами накаливания. Внедрение в производство этих ламп могло бы давать народному хозяйству большие выгоды, между тем освоение их на Ламповом заводе идет чрезвычайно медленными темпами и некоторые из них еще не вышли из стадии лабораторных разработок.

Многочисленные арматурные заводы Европы и Америки выпускают ежегодно десятки миллионов всевозможных типов осветительных арматур для промышленного, городского и бытового освещения, используя для их изготовления самые разнообразные сорта стекол, пластмассы, специальную бумагу, ткани и т. д. Высокие световые качества этих арматур в значительной мере сказываются на экономии электроэнергии. Между тем в Союзе имеется один лишь завод рациональной арматуры — завод «Электросвет», который выпускает незначительное количество арматур для промышленных целей и для городского освещения. Бытовая арматура изготавливается у нас почти исключительно кустарными мастерскими в незначительном количестве и с неудовлетворительными световыми качествами.

Недостаточная экономичность выпускаемых нашей промышленностью ламп и отсутствие рациональных осветительных арматур имеют следствием ежегодный перерасход громадного количества энергии, которую можно ориентировочно оценить не менее чем в 2 млн. kWh.

Основными причинами нашего отставания являются слабость производственной базы, полное отсутствие механизации производства стекла и недостаточная механизация лампового производства.

Среди технических задач, подлежащих разрешению в первые же годы третьей пятилетки, следует особо отметить следующие:

1. Увеличение светоотдачи и срока службы ламп с вольфрамовым телом накала.

2. Получение новых ламп с невольфрамовым телом накала (карбиды и др.) и новых источников света (газосветные лампы).

3. Создание и усовершенствование источников света газового разряда.

4. Разработка промышленных серий рациональных осветительных арматур для всех отраслей

ного хозяйства и культурно-бытовых задач. Разработка и освоение производства осветительных приборов дальнего действия.

Исследование и установление материалов, пригодных для производства осветительных приборов всех видов.

Оспоставление технических параметров выполняемых в Союзе электропоездов для магистральных и пригородных железных дорог, равно как и для промышленных и рудничных электропоездов, показывает значительное отставание наших поездов в этой области как в отношении разнообразия типов, так и в отношении мощностей отдельных единиц.

По магистральным электропоездам основной конструкцией, выполняемой в настоящее время на наших заводах, является шестиосный электропоезд с шестью моторами по 340 kW со средним весом от 120 до 132 t. Однако стахановско-кривоносовское движение на транспорте выявило необходимость увеличения мощности двигателей для возможности повышения скоростей и силы тяги.

Для разрешения этой задачи на основе пробных образцов двигателей на 450 kW, испытанных в 1937 г., в 1938 г. должно быть приступлено к выпуску электропоездов общей мощностью дви-

гателей до 4000 kW на максимальную скорость 100 kmh напряжением 3000 V постоянного тока.

Поскольку в заграничной практике получили большое развитие электропоезды с питанием от однофазного тока, в 1938 г. должно быть приступлено к проектированию и внедрению в производство:

Электропоездов, работающих при напряжении в троллейном проводе 20 000 V и выше однофазного тока с ртутными выпрямителями и двигателями постоянного тока.

Электропоездов однофазного тока с вращающимися преобразователями.

Электропоездов однофазного тока нормальной частоты с коллекторными двигателями.

В отношении электропоездов постоянного тока должно быть приступлено к конструктивной разработке и исследованию применения напряжения в контактном проводе порядка 6000 V.

В области пригородных железных дорог и коммунального транспорта должно быть освоено напряжение 3000 V постоянного тока для пригородных железных дорог (взамен ныне применяемого напряжения 1500 V), мощное оборудование для двухрусного троллейбуса и оборудование для новых типов трамвайных вагонов повышенной скорости.

Электрификация сельского хозяйства СССР

С. В. Щуров
Главсельэлектро

В СВОЕМ докладе на IX Всероссийском съезде советов 23 декабря 1921 г. В. И. Ленин сказал:

«Я бы хотел сообщить еще некоторые данные об успехе электрификации. К сожалению, крупного успеха мы пока не имеем. ...если сложить 1918 и 1919 гг., то у нас в этот срок были открыты 51 станция с мощностью в $3\frac{1}{2}$ тысячи киловатт. Если сложить 1920 и 1921 гг., то открыто было 221 станция с мощностью в 12 тысяч киловатт. ...Немаловажную роль сыграло распространение мелких станций в деревне.

...Этими мелкими станциями были созданы в деревне центры современной новой крупной промышленности. Они хотя и ничтожны, но все же показывают крестьянам, что Россия не остановится на ручном труде, не останется со своей примитивной деревянной сохой, а пойдет вперед к другим временам».

Исполнилось 20 лет советской власти. Теперь мы ежегодно открываем станций на сотни тысяч киловатт. Мы уже пришли к другим временам и в отношении электрификации сельского хозяйства. В системе социалистической реконструкции, коллективизации и механизации сельского хозяйства электрификация становится все более и более серьезным фактором.

Прежде всего следует отметить значительные

количественные успехи в развитии электрификации сельского хозяйства, как это видно из следующих цифр (табл. 1).

До революции электрификация сельского хозяйства по существу отсутствовала. В 1916 г. на территории России насчитывалось в сельских местностях всего лишь около 100 электростанций мощностью 2000 kW, обслуживавших электроосвещением помещичьи усадьбы.

К началу первой пятилетки (1928 г.) сельское хозяйство СССР имело уже 694 электроустановки на общую мощность 29,6 тыс. kW при потреблении электроэнергии сельским хозяйством 33,8 млн. kWh за 1928 г.

За первую пятилетку прирост числа с.-х. электроустановок выразился в 441 единицу, прирост мощности составил 36,3 тыс. kW, потребление электроэнергии с. х. возросло к 1932 г. до 95 млн. kWh.

Во второй пятилетке развитие электрификации сельского хозяйства происходило еще более бурными темпами. Прирост числа с.-х. электроустановок за годы второй пятилетки составил 3865 единиц, мощность их возросла на 164,1 тыс. kW. Потребление электроэнергии сельским хозяйством составляет в 1937 г. 330 млн. kWh против 95 млн. kWh в 1932 г.

За последние три года (1935—1932) второй пяти-

Таблица 1

Количество и мощность с.-х. электроустановок и потребление электроэнергии сельским хозяйством

№ п/п	Наименование показателей	Един. измер.	Г о д ы										1936	1937
			1918	1919— 1924	1925— 1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	
1	Ежегодный прирост числа с.-х. электроустановок	Един.	—	52	68	40	39	69	101	232	278	469	1063	1055
2	Ежегодный прирост мощности с.-х. электроустановок	Тыс. kW	—	1,9	3,5	2,7	3,4	6,0	11,5	15,4	12,2	24,8	45,5	40,6
3	Общее число с.-х. электроустановок на конец года	Един.	137	450	654	694	733	802	903	1135	1413	1882	2945	4000
4	Общая мощность с.-х. электроустановок на конец года	Тыс. kW	5,2	16,6	26,9	29,6	33,0	39,0	50,5	65,9	78,0	102,9	148,4	189,0
5	Потребление электроэнергии сельским хозяйством	Млн. kWh	3,1	13,2	26,9	33,8	39,6	48,7	65,6	95,0	116,6	142,1	200,0	265,0

летки ежегодный прирост мощности с.-х. электроустановок равен 40—45 тыс. kW, т. е. превосходит общую мощность с.-х. электроустановок на конец 1930 г. (39,0 тыс. kW) и весь прирост за годы первой пятилетки (36,3 тыс. kW).

Для развития электрификации сельского хозяйства СССР характерны не только количественный рост, но и значительные качественные сдвиги.

Прежде всего остановимся на динамике электроснабжения сельского хозяйства (табл. 2).

Одним из характернейших моментов в динамике электроснабжения сельского хозяйства является возрастание роли подстанций от несельскохозяйственных станций, т. е. районных, промышленных, городских. Следует подчеркнуть, что развитие электрификации сельского хозяйства теснейшим образом связано с общим ростом электрификации нашего народного хозяйства, со строительством районных и других крупных станций, с сооружением высоковольтных линий электропередач, электрификацией ж.-д. транспорта и т. д. Все эти сооружения создают условия для широкого развития электрификации сельского хозяйства в масштабах, недостижимых при базировании сельскохозяйственной электрификации только на строительстве самостоятельных мелких электростанций. Это в свое время было подчеркнуто еще

в плане ГОЭЛРО, и действительность полностью подтвердила правильность такой установки.

До 1928 г. использование крупных станций для электрификации сельского хозяйства было ничтожно.

В 1928—1930 гг. ежегодный прирост мощности подстанций от несельскохозяйственных станций составлял 400—500 kW (10% от всего ежегодного прироста мощности с.-х. электроустановок), в 1931 г. он поднялся до 4,7 тыс. kW, в 1932 г. — до 6,7 тыс. kW, составляя уже 40% от мощности с.-х. электроустановок, введенных в эксплуатацию за год.

В годы второй пятилетки удельный вес подстанций от несельскохозяйственных электростанций в электроснабжении сельского хозяйства еще более резко возрос, составив, например, в приросте мощности за 1935 г. 30,6 тыс. kW, или 67,5%. В целом в настоящее время из общей мощности с.-х. электроустановок в 230,0 тыс. kW на долю подстанций от несельскохозяйственных электростанций приходится 114,8 тыс. kW, или 50%, причем подавляющая доля этих подстанций сооружена за годы второй пятилетки (101,9 тыс. kW, или 89% их общей мощности).

Наряду с максимальным использованием для целей электрификации сельского хозяйства крупных станций серьезнейшей задачей в области

Виды электроснабжения сельского хозяйства
(тыс. kW на конец года)

Таблица 2

№ п/п	Типы установок	Г о д ы					
		1918	1924	1928	1932	1935	1937
1	Подстанции от несельскохозяйственных электростанций . .	—	0,04	0,6	12,9	61,6	114,8
2	С.-х. электростанции:						
	а) гидростанции	1,6	3,9	7,1	8,8	11,9	25,2
	б) локомобильные	1,1	3,2	6,5	8,2	9,5	11,5
	в) дизельные	1,4	5,0	8,9	24,5	29,2	30,7
	г) с нефтяным двигателем быстрого сгорания	0,7	3,9	5,6	7,3	28,6	39,0
	д) тракторные	—	0,01	0,03	3,1	6,0	7,0
	е) газогенераторные	0,4	0,6	0,9	1,1	1,6	1,8
	Итого с.-х. электростанций	5,2	16,6	29,0	53,0	86,8	115,2
	Всего с.-х. электроустановок . . .	5,2	16,6	29,6	65,9	148,4	230,0

троснабжения сельского хозяйства является строительство станций, использующих местные энергетические ресурсы.

В 1932 г. доля гидростанций в общей мощности электростанций составляла 16,5%, в 1937 г. — 19%. В приросте мощности с.-х. электростанций за 1936—1937 гг. гидростанции занимают 47% (17,4 тыс. kW из общего прироста в 28,4 тыс. kW). Однако строительство мелких гидростанций резко отстает от потребностей и возможностей нашей страны, что является одним из результатов вредительской работы врагов народа в области электрификации сельского хозяйства. Наркомземом и Вселюзэлектро очень мало еще сделано для ликвидации последствий этого вредительства. Дальнейшей задачей в области электроснабжения сельского хозяйства является форсирование строительства локомобильных и газогенераторных электростанций (как станций, могущих работать на местных дешевых видах топлива) за счет уменьшения доли станций, работающих на привозном, и в особенности жидком, топливе. Остановимся на технических характеристиках с.-х. электроустановок и тех изменениях, которые произошли здесь за годы революции. Динамика средней мощности с.-х. электростанций представляется в следующем виде (табл. 3).

Таблица 3

Средняя мощность с.-х. электростанций в годовом приросте (в kW)

1919—1924 гг.	1925—1927 гг.	1928 г.	1930 г.	1932 г.	1934 г.
35	50	70	89	62	125

Электростанции постройки периода 1919—1924 гг. — это, как правило, карликовые установки, обычно при мелких промышленных предприятиях в сельских местностях (мельницах и т. п.). При строительстве этих электростанций, производимом обычно силами самих крестьян, часто использовалось демонтируемое оборудование, технически несовершенное и сильно изношенное.

Качественные изменения в с.-х. электростроительстве характеризуются следующими данными: в ряде тока и напряжения в с.-х. электроустановках (табл. 4).

В 1924 г. огромное большинство с.-х. электроустановок представляли собой мелкие электро-

станции постоянного тока. Высокое напряжение имело ничтожное число с.-х. электроустановок. В 1928 г. уже половина мощности с.-х. электроустановок падает на установки переменного тока, причем около трети всех установок используют высокое напряжение. В дальнейшем строительство с.-х. электроустановок постоянного тока имеет место лишь как исключение для отдельно стоящих потребителей с небольшой концентрированной нагрузкой (инкубаторные станции, частично МТС). Подавляющее же большинство с.-х. электроустановок представляет собой электроустановки переменного тока, использующие, как правило, высокое напряжение.

В настоящее время из всей мощности с.-х. электроустановок почти 90% приходится на установки переменного тока, в том числе 75% — на установки, использующие высокое напряжение.

Проблема использования в электрификации сельского хозяйства высокого напряжения и вообще вопросы распределения электроэнергии для сельского хозяйства имеют особо важное значение. Сельскохозяйственное потребление электроэнергии характеризуется малой плотностью нагрузки и тем самым требует относительно большого строительства сетей. По размерам сетевого строительства сельское хозяйство идет в первой шеренге по сравнению с другими отраслями народного хозяйства. За последнее время (1935—1937 гг.) ежегодно сооружается около 2500—3000 км высоковольтных линий передач и 2000—3000 км низковольтных сетей специально с.-х. назначения. Столь большое линейное строительство при необходимости максимальной экономии проводникового материала, в особенности цветного (медь, алюминий), заставило обратить особое внимание на повышение напряжения в с.-х. сетях.

В высоковольтных сетях с.-х. электроустановок периода до 1926 г., как правило, применялось напряжение 3 kV, в низковольтных — 110 и 220 V. С 1927 г. начинает осуществляться переход на строительство 6-kV высоковольтных линий и с использованием (с 1930 г.) в низковольтных сетях напряжения 380/220 V, которое в настоящее время является наиболее характерным для сельского хозяйства. С 1934 г. значительное количество высоковольтных с.-х. линий строится уже напряжением в 10 kV, а отдельные магистральные линии даже напряжением 35 kV; последних в настоящее время насчитывается в сель-

Род тока и напряжение с.-х. электроустановки

Таблица 4

Наименование показателей	1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
	тыс. kW	%	тыс. kW	%	тыс. kW	%	тыс. kW	%
Общая мощность с.-х. электроустановок	16,6	100,0	29,6	100,0	65,9	100,0	189,0	100,0
В том числе мощность с.-х. электроустановок переменного тока	5,0	30,0	14,6	49,4	47,9	72,6	168,0	88,9
В том числе мощность с.-х. электроустановок постоянного тока	11,6	70,0	15,0	50,6	18,0	27,4	21,0	11,1
Мощность с.-х. электроустановок, имеющих высокое напряжение	2,0	12,0	10,0	33,8	35,0	53,0	140,0	74,0

ском хозяйстве несколько сот километров. В сельскохозяйственном электростроительстве впервые в СССР начала применяться в широком масштабе система «два провода — земля».

Переходим теперь к изменениям, происшедшим за годы революции в потреблении электроэнергии сельским хозяйством (табл. 5).

В первые годы после революции электрификация сельского хозяйства почти всецело обслуживает нужды освещения. Производственная моторная нагрузка невелика и складывается не из использования электричества в производственных процессах самого сельского хозяйства, а связана с мелкими промышленными предприятиями, расположенными в сельских местностях.

В следующем периоде вплоть до 1930 г. производственная нагрузка растет, но характер ее остается прежний. Единственный производственный процесс самого сельского хозяйства, затронутый в этот период электрификацией, — это молотба. Но удельный вес электромолотбы в общем потреблении электроэнергии сельским хозяйством крайне незначителен.

Начиная с 1930 г., характер потребления электроэнергии в сельском хозяйстве резко меняется. Это изменение связано с теми огромными сдвигами, которые пережило на том этапе наше сельское хозяйство. Коллективизация дала огромный толчок развитию электрификации сельского хозяйства и в корне изменила ее характер.

Помимо электрификации освещения и установки моторов на мелких промышленных предприятиях, с 1930 г. перед электрификацией сельского хозяйства стали новые и значительно более актуальные задачи. Прежде всего снабжение

электроэнергией ремонтных мастерских МТС, совхозов, а в дальнейшем внедрение электромоторов в производственные процессы общенационального сельского хозяйства, предъявляющего огромный спрос на электроэнергию.

К 1932 г. характер и диапазон использования электричества в сельском хозяйстве сильно расширились и радикально изменились. В числе потребителей электроэнергии в сельском хозяйстве появились такие новые с точки зрения электрификации отрасли и процессы с.-х. производства, как животноводство, птицеводство, хлопковое и овощное хозяйство, орошение, говоря уже о ремонтных мастерских. На долю этих новых потребителей пришлось в 1932 г. уже около 60% всей электроэнергии, используемой сельским хозяйством.

Правда, электрическое освещение продолжает и будет играть большую роль в числе потребителей электроэнергии в сельском хозяйстве. Нельзя недооценивать значения электрического освещения как фактора, сближающего уровень жизни трудящихся города и деревни, и значения его в производстве (освещение МТС, ремонтных мастерских, скотных дворов и т. д.). Но вместе с тем весьма положительным фактом является рост применения электричества в непосредственных процессах с.-х. производства.

О росте моторной нагрузки даст представление табл. 6.

Дальнейшим этапом в развитии с.-х. электризации явился 1933 г. благодаря успехам электромолотбы. Хотя применение электричества для обмолота зерна имело место и в предшествующие годы, но оно не носило массового характера, и

Таблица 5

Распределение потребляемой сельским хозяйством электроэнергии по отраслям сельского хозяйства и процессам с.-х. производства (в млн. kWh и % к итогу)

№ п/п	Отрасли с. х. и процессы с.-х. производства	1918 г.		1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
1	Животноводство	—	—	—	—	—	—	3,6	3,8	30,0	11,3
2	Птицеводство	—	—	—	—	—	—	2,0	2,1	4,2	1,6
3	Хлопковое и овощное хозяйство	—	—	—	—	—	—	2,0	2,1	3,5	1,3
4	Ремонтные мастерские	—	—	—	—	—	—	23,6	24,9	48,0	18,1
5	Молотба	—	—	—	—	0,3	0,9	2,5	2,6	30,0	11,3
6	Орошение	—	—	—	—	—	—	1,2	1,3	4,0	1,5
7	Бытовая нагрузка по колхозам и индивидуальному крестьянскому хозяйству	3,0	96,8	11,2	85,0	21,0	62,1	39,4	41,5	105,3	39,3
8	Прочие потребители	0,1	3,2	2,0	15,0	12,5	37,0	20,7	21,7	40,0	15,1
	Всего	3,1	100,0	13,2	100,0	33,8	100,0	105,0	100,0	265,0	100,0

Таблица 6

Соотношение моторной и осветительной нагрузки в сельском хозяйстве

№ п/п	Наименование показателей	1918 г.		1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
		млн. kWh	%	млн. kWh	%	млн. kWh	%	млн. kWh	%	млн. kWh	%
1	Общее потребление электроэнергии сельским хозяйством	3,1	100,0	13,2	100,0	33,8	100,0	95,0	100,0	265,0	100,0
2	В том числе моторами	0,1	3,0	1,0	7,5	3,5	10,0	23,2	23,2	85,0	32,2
3	В том числе освещением	3,0	97,0	12,2	92,5	30,3	90,0	71,8	76,8	180,0	67,8

активность этого мероприятия не давала чувствовать достаточно отчетливо. Иной характер приняла электромолотьба в 1933 г. Она проведена в массовом масштабе, она вошла в число основных мероприятий по электрификации сельского хозяйства и наложила отпечаток на весь комплекс работ по электрификации сельского хозяйства.

В чем причины успехов электромолотьбы? В первую очередь, молотьба представляет собой исключительно напряженную по времени и по величине потребности в энергии сельскохозяйственную операцию, когда всякий прирост силовой базы сельского хозяйства особенно ценен и, во-вторых, молотьба — процесс, требующий стационарной силовой базы, т. е. процесс, где преимущества электропривода проявляются особенно ярко.

Развитие электромолотьбы характеризуется следующими данными (табл. 7). Электромолотьба

Таблица 7

Рост электромолотильных агрегатов

Республики	Г о д ы						
	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
РСФСР	100	150	256	603	1170	1863	2019
УССР	68	104	195	750	1005	1744	1800
БССР	—	14	100	82	135	179	200
АзССР	—	—	—	—	—	10	15
ГрузССР	—	—	—	10	13	35	35
АрмССР	—	—	—	—	—	20	30
УзбекССР	—	—	—	—	—	—	1
Всего по СССР	168	268	551	1445	2323	3851	4100

оказала глубокое влияние на весь объем и характер дальнейшего развития с.-х. электрификации. Электромолотьба является кратковременной сезонной нагрузкой продолжительностью максимум 2 мес. в году, в то же время для своего осуществления она требует сооружения значительного количества трансформаторных подстанций и сетей, и если не сочетать электромолотьбу с параллельной электрификацией других производственных процессов сельского хозяйства и с электроснабжением населения, то значительные материальные и денежные затраты, вкладываемые в основные сооружения, связанные с электромолотьбой, останутся неиспользованными в течение 10—15 мес. в году. Недопустимость такого положения очевидна.

Таким образом электромолотьба не только создала предпосылки для более широких работ по электрификации сельского хозяйства, принесла последнему тысячи новых трансформаторных подстанций и тысячи километров высоковольтных сетей, но заставила немедленно приступить к реализации этих предпосылок.

Особенно резко это стало ощущаться в 1936 г. в связи с быстрым ростом применения комбайнов. Потребовалось использование основных сооружений, построенных для электромолотьбы и недостаточно загруженных, в целях электрифи-

кации прилегающих колхозов, товарных ферм и МТС. Эта задача и была положена в основу работ по электрификации сельского хозяйства в 1937 г.

Поворот в 1937 г. от электромолотьбы к электрификации других производственных процессов сельского хозяйства выдвинул на первый план вопросы электрификации в животноводстве.

Животноводство является той отраслью сельского хозяйства, техническая реконструкция важнейших производственных процессов которой возможна на базе стационарных силовых установок.

Поэтому естественен огромный спрос на электроэнергию, предъявляемый со стороны обобществленного животноводства для механизации процессов: кормоприготовления, водоснабжения, и электромеханическая дойка коров, электрострижка овец и т. д.

В настоящее время мы имеем несколько тысяч колхозных товарных ферм, в той или иной степени использующих электроэнергию для ряда производственных процессов.

Помимо электрификации животноводства, в последние годы сделало большие успехи применение электричества для орошения. В ряде областей Советского Союза (Днепропетровской, Одесской, Сталинградской, АССР, немцев Поволжья и др.) работают электроорошительные агрегаты, причем их эксплуатационные показатели значительно превосходят аналогичные показатели при осуществлении механического орошения на базе тепловых двигателей.

Важной сферой приложения электричества в сельском хозяйстве остается использование электроэнергии в МТС и МТМ. В настоящее время мы имеем свыше тысячи электрифицированных МТС и МТМ, причем во многих из них все станки полностью переведены на электропривод.

Большое распространение имеет электричество в птицеводческом хозяйстве, главным образом, для целей механизации вентиляции инкубаторов.

В последние годы успешно осуществляются широкие опыты в производственных условиях по применению электричества для обогрева теплиц.

В целом диапазон охвата электроэнергией отдельных производственных процессов социалистического сельского хозяйства с каждым годом расширяется.

Следует еще раз подчеркнуть, что успехи развития электрификации сельского хозяйства самым непосредственным образом связаны с успехами его коллективизации, ибо, как указывал товарищ Сталин, «...только крупное производство общественного типа способно использовать во всю данные науки и новой техники и двинуть вперед семимильными шагами развитие нашего сельского хозяйства».

Влияние коллективизации сельского хозяйства на рост его электрификации можно усмотреть из табл. 8.

Из таблицы явствует, что рост темпов развития электрификации сельского хозяйства, наблюдающийся с 1930 г., одновременно сопровождал-

Таблица

Распределение потребляемой сельским хозяйством электроэнергии по социальным секторам (в млн. кВт·ч)

№ п/п	Группа потребителей	1918 г.		1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.
1	Совхозы	—	—	—	—	0,05	0,1	23,0	24,2	40,0
2	МТС	—	—	—	—	—	—	9,3	9,8	60,0
3	Колхозы	—	—	—	—	0,15	0,4	40,2	42,3	128,5
4	Единолич. крестьянское хозяйство . .	3,0	96,8	11,2	85,0	21,1	62,5	2,0	2,1	1,5
5	Кустари, ремесленн. и мелкая промышленность	0,1	3,2	2,0	15,0	12,5	37,0	20,5	21,6	35,0
	Всего	3,1	100,0	13,2	100,0	33,8	100,0	95,0	100,0	265,0

Таблица 9

Энергетическая база сельского хозяйства
Запорожского района

№ п/п	Виды двигателей	1934 г.		1935 г.	
		мощность кВт	% к итогу	мощность кВт	% к итогу
1	Рабочий скот . .	2610	26,7	2 500	20,6
2	Тракторы (на крюке)	1920	19,7	2 320	19,2
3	Комбайны	305	3,1	440	3,6
4	Автомашин (грузовые)	240	2,5	320	2,6
5	Стационарные механические двигатели	1075	11,0	290	2,4
6	Электромоторы .	3610	37,0	6 250	51,6
	Всего . .	9760	100,0	12 120	100,0

ся резким увеличением удельного веса в использовании электроэнергии обобщественного сектора сельского хозяйства.

Наиболее передовым районом по электрификации сельского хозяйства является Запорожский район Днепропетровской области, о чем может дать представление табл. 9.

Удельный вес электромоторов в энергетической базе сельского хозяйства Запорожского района составляет 51,6%.

К XX годовщине Октябрьской революции мы имеем тысячи с.-х. электроустановок, свыше 10 тыс. км высоковольтных линий передач специально с.-х. назначения, тысячи с.-х. трансформаторных подстанций. Сотни совхозов и несколько тысяч колхозов пользуются в настоящее время электрической энергией.

Все эти успехи есть прямое следствие победы трудящихся в Октябре 1917 г.

Гидроэнергетика СССР

Т. Л. Золотарев и Н. А. Караулов

Энергетический институт им. Кржижановского Академии наук СССР

ИССЛЕДОВАННОСТЬ водных ресурсов в до-революционной России находилась на весьма низком уровне. Реки и озера страны оставались почти совсем неизученными. Те изыскания, которые тогда проводились, были связаны, главным образом, с водным транспортом и в некоторой мере с ирригацией. Изысканий водных сил потоков совершенно не проводилось.

Плановое широкое изучение водных ресурсов страны для целей гидроэнергетики получило развитие только после Великой Социалистической Октябрьской революции.

Большое внимание партии и правительства к изучению гидроресурсов выразилось в организации специального управления при СНК СССР. Помимо работ Гидрометслужбы, были широко развернуты целевые исследования Гидроэнергопроекта, Гипровода и других учреждений.

В специальном обзоре водных ресурсов СССР и их изученности, составленном Гидрологическим институтом по заданию Академии наук СССР в связи с разработкой «Единой водохозяйствен-

ной схемы СССР», даны общие характеристики изученности гидроэнергетических ресурсов, которые и приводим в сжатом виде.

Общее количество метеорологических станций по данным «Справочника по водным ресурсам» на 1930 г. составляло по районам:

1. Северо-Западный район	310
2. Северный край	260
3. Верхнее Поволжье с р. Окой	977
4. Среднее Поволжье	445
5. Нижнее Поволжье	320
6. Белоруссия и В. Приднепровье	411
7. Украина	3000
8. Донецкий район	419
9. Крым	155
10. Северный Кавказ	536
11. Закавказье	603
12. Урал и Южное Предуралье	604
13. Северный Казахстан	1139
14. Средняя Азия и Южный Казахстан	579
15. Западная Сибирь	440
16. Лено-Енисейский район	282
17. Якутия	51
18. Дальний Восток	336

Всего метеостанций . 9867

мещение метеостанций крайне неравномерно. В европейской части Союза более или менее освещены, хотя и тут, например, в Северном крае, метеостанция приходится на 4000 км². В азиатской части станции расположены главным образом вдоль ж. д., в оазисах, у подножья гор. В некоторых районах, совершенно не имеющих метеостанций, например, к северо-востоку от оз. Байкал, в Ангара-Байкальском районе одна станция приходится на 21 000 км².

Изучение испарения ведется еще менее удовлетворительно. Совершенно отсутствуют стоковые станции (по изучению баланса влаги). В части гидрологической изученности рек необходимо отметить большую работу, проведенную в последние годы, что может быть охарактеризовано ростом числа водомерных постов и станций (табл. 1).

Таблица 1

Годы	1897	1910	1917	1921	1927	1936
Водомерных постов и станций	443 ¹	700 ¹	1219	600	2000	3051 ²

¹ Только по б. Министерству путей сообщения.

² Только по сети ЕГМС без учета Морского управления и сети ГУ Северного морского пути и т. д.

Общее число зарегистрированных Гидрологическим институтом гидрометрических станций, да-либо действовавших на территории СССР, составляло на 1934 г. 7134.

По бассейнам морей эти данные представляются следующим образом (табл. 2).

По бассейнам главных рек характеристика из-менности следующая (табл. 3).

Таблица 2

Период наблюдений	Число станций							
	I и II разряды				III разряд			
	до 5 лет	5—15 лет	более 15 лет	всего	до 5 лет	5—15 лет	более 15 лет	всего
Каспийское море	42	33	9	87	60	39	31	130
Черное море	13	6	4	23	64	49	29	142
Арктическое полярное море	99	94	21	144	255	60	70	345
Северный океан	38	24	20	82	52	5	23	80
Южное море	76	168	49	293	70	114	47	231
Балтийское море	36	71	20	127	40	60	26	126
Черноземное море	310	191	70	571	205	99	85	389
Средиземное море	31	68	10	109	17	5	5	27
Восточные бассейны Средней Азии	39	53	36	128	3	3	2	8
Западные бассейны Западной Азии	8	1	—	9	—	—	—	—
Всего по СССР	692	642	239	1573	726	434	318	1478
								3051

Примечание. На станциях I и II разряда, помимо наблюдения уровней, проводится замер расходов воды.

Из приведенных таблиц видно, что большинство водопостов имеет период наблюдений до

5 лет, т. е. недостаточный для хозяйственных расчетов.

Таблица 3

Период наблюдений	Число станций							
	I и II разряды				III разряд			
	до 5 лет	5—15 лет	более 15 лет	всего	до 5 лет	5—15 лет	более 15 лет	всего
Бассейны реки								
1. Зап. Двина . .	19	20	5	44	16	6	3	23
2. Сев. Двина . .	3	3	4	10	31	36	27	94
3. Печора	4	—	1	5	25	4	8	37
4. Обь	74	8	17	99	119	22	33	174
5. Енисей	16	9	—	25	49	28	18	90
6. Лена	—	1	—	1	2	—	9	11
7. Амур	29	16	15	60	46	5	23	74
8. Днепр	54	103	32	189	45	85	38	168
9. Южный Буг . .	—	10	2	12	9	15	3	27
10. Реки Закавказья (Черном. басс.)	10	35	7	52	—	—	—	4
11. Дон	32	21	8	61	18	15	20	53
12. Кубань	4	33	5	42	4	10	4	18
13. Урал	22	12	1	35	8	2	—	10
14. Волга	186	42	28	256	157	84	76	317
15. Кура	63	80	34	177	1	6	8	15
16. Терек	6	30	4	40	—	4	—	4
17. Аму-дарья . .	20	42	—	62	15	3	1	19
18. Сыр-дарья . .	11	26	10	47	2	2	4	8

Ряд крупнейших речных бассейнов освещается совершенно неудовлетворительно, например, бассейны рр. Енисея (115), Амура (134) и др. В одном из крупнейших в мире бассейне р. Лены имеется всего 12 водопостов, из которых только на одном велся замер расходов воды. Совершенно не изучаются отдельные крупные горные потоки, представляющие большой интерес с энергетической точки зрения. В итоге Гидрологического института считает, что реки освещены гидрографически на 75%, а гидрологически не более чем на 50%.

Особо стоят вопросы изучения ледового режима и режима твердого стока. В этом направлении работа ведется пока на очень небольшом числе станций. Важной задачей является изучение режима озер, из которых ряд уже связан или связывается с водохозяйственными или гидроэнергетическими проблемами, — это озера Севан, Имандра, Онежское, Ильмень, Байкал и др. Сюда же примыкают вопросы, связанные с задачей создания новых искусственных озер или озеровидных бьефов при сооружении водохранилищ. Особенности районов вечной мерзлоты или засушливой зоны до сего дня еще научно не обобщены и станут серьезным препятствием для народнохозяйственного освоения ряда рек и водоемов. Тут необходимо широкое развертывание специальной сети станций.

Теперь, когда от проектирования речных каскадов уже перешли к бассейновым схемам и от последних к межбассейновым, вопросы водного баланса в отдельных случаях являются решающими (например проблема Каспийского моря в схеме Большой Волги).

Возникают задачи комплексного анализа как

современного влагооборота СССР (главным образом засушливого юго-востока), так и определения путей мелиорации (от снегозадержания и озерно-прудового регулирования до применения перераспределения стока периферических бассейнов: например, переброска в Волжский бассейн рр. Печоры, Северной Двины, Онеги и др.).

Первоначально выполненные кадастры потенциальной гидроэнергии характеризуются пестротой принципов, на которых базируется в них учет водных сил. Эта пестрота проявляется в различных значениях учитываемой мощности (обеспеченность 3, 6 или 9 мес., минимальная и среднегодовая мощности), а также в особых поправках, учитывающих неполноту использования энергии рек в реальных условиях.

Новый более совершенный тип кадастра включает два раздела учета водных сил, а именно: 1) учет потенциальных (физических) водных энергетических ресурсов и 2) учет конкретных (реальных, технических) водных энергетических ресурсов.

Первый раздел имеет своим назначением исчисление потенциальной мощности, рассматриваемой как некоторый параметр гидрографического порядка. Второй раздел учета водных сил, наоборот, имеет своей задачей исчисление только реально располагаемых водноэнергетических ресурсов реки на основе построения по некоторой единой методике конкретной схемы (модели) использования энергии. Естественно, что второй раздел учета охватывает только некоторую часть общего протяжения речной системы и предусматривает использование не всего стока реки.

Кадастр гидроэнергетических ресурсов, с одной стороны, позволяет судить о том, в какой мере существующая конкретная схема предельного использования энергии реки охватывает ее потенциальную мощность. С другой стороны, лишь сопоставление суммарной мощности действующих ГЭС с предельной конкретной мощностью водотока дает представление о степени использования на данный момент его реально располагаемых энергетических возможностей.

Таким образом построение учета водных сил в двух разделах открывает ему широкое применение при разрешении современных актуальных энергетических и водохозяйственных проблем СССР.

Первые попытки оценить водные энергетические ресурсы страны делались еще в дореволюционное время. Цифры, характеризующие мощность рек, относящихся к тому времени, оказались теперь настолько преуменьшенными, что они не могут отразить даже порядка действительных величин. Дальнейшие шаги в направлении оценки запасов белого угля Союза ССР после революции производились неоднократно, начиная с 1919 г. Большинство из них так же, как и более ранние подсчеты, были далеки от истины, так как не подкреплялись достаточно надежными исходными материалами.

Основные результаты ранее произведенных кадастровых подсчетов могут быть с некоторым приближением сведены в табл. 4.

Из этой таблицы видно, что мощность рек

Табл.

№ п/п	Автор подсчета	Издание	Год подсчета	Мощность, млн. кВт
1	б. Министерство земледелия	«О белом угле»	1916	14,8
2	Москвитин И. И.	«Белый уголь» в России 1923 г.	1919	30,0
3	Дейша А. В.	—	—	14,8
4	Государственная комиссия по электрификации России (ГОЭЛРО)	—	1921	41,5
5	Близняк Е. В.	«Водный транспорт»	1923	14,8
6	Доклад СССР на I Мировой энергетической конференции	«Труды мировой энергетической конференции», т. I	1924	45,7
7	Миловит А. Я.	—	—	44,0
8	Ильин В. С.	«Состояние работ по кадастру водных сил», «Плановое хозяйство» № 10	1925	60,0
9	ВСНХ СССР	«Проблемы энергетики»	1923	46,2

Союза ССР различными авторами и в разное время оценивалась в количестве от 14,8 млн. до 60,0 млн. кВт.

Широко развившиеся в течение последних лет в СССР исследования вод суши позволили со значительно большей полнотой подойти к оценке водных энергетических ресурсов страны, что и было сделано впервые в исследовании «Атлас энергетических ресурсов СССР» (изд. Главэнерг НКТП СССР в 1933—1935 гг.). По исчислению «Атласа энергоресурсов» средняя годовая потенциальная мощность брутто всех учтенных рек Союза ССР выразилась в 210·52 млн. кВт, что более чем в 3 раза превосходит преуменьшенные значения мощности, полученные в результате ранее произведенных подсчетов.

При отказе от введения условного коэффициента полезного действия гидроэлектрических установок, иными словами, если рассматривать водную энергию потоков как чисто геофизическое понятие, следует соответственно увеличить приведенную выше цифру до 280 млн. кВт.

Последний по времени подсчет гидроэнергетических ресурсов СССР был выполнен в 1937 г. Энергетическим институтом им. Г. М. Кржижановского Академии наук СССР с учетом новых материалов «Водно-энергетических схем» (ВЭС), составленных трестом Гидроэнергопроект в 1936 г.

Среднее годовое значение потенциальной (физической)

¹ В ВЭС приведены данные по водному кадастру, подсчитанные на основе последних изыскательских материалов по шести важнейшим районам: Карело-Мурманский край, Урал, Северный Кавказ, Закавказье, Средняя Азия и Восточная часть Урало-Кузнецкого комбината.

кой) мощности, развиваемой реками Союза по этому подсчету составляет 288,54 млн. kW, практически незначительно превышает соответствующую величину, приведенную в «Атласе ресурсов» (280 млн. kW).

Разделение потенциальных гидроэнергоресурсов по морским бассейнам (табл. 5) показывает, что половиной всей потенциальной мощности страны располагают реки Северного стока, впадающие в Белое и Баренцево моря и Северный Ледовитый океан.

Таблица 5

Распределение потенциальных гидроэнергетических ресурсов СССР по морским бассейнам (по данным ЭНИН на 1937 г.)

Северный сток		
Белое море	— 960 MW	0,3%
Северный сток		
Белое и Баренцево моря	— 7 010 MW	
Север. Ледовит. океан	— 140 910 MW	
Всего	147 920 MW	51,4%
Восточный сток		
Охотское море	33 370 MW	
Японское море	1 710 MW	
Всего	35 080 MW	12,1%
Южный сток		
Черное море	14 450 MW	5,0%
Внутренний сток		
Каспийское море	26 810 MW	
Аральское море	58 950 MW	
Оз. Иссык-Куль	1 400 MW	
Оз. Балхаш	2 970 MW	
Всего	90 130 MW	31,2%
Итого	288 540 MW	100%

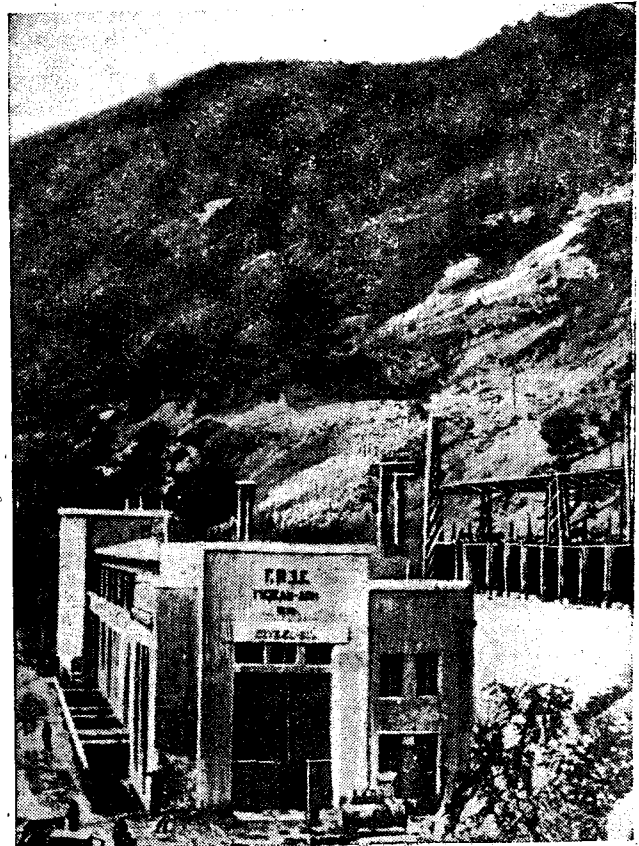


Рис. 1. Гизельдонгэс

Таблица 6

Распределение потенциальных гидроэнергетических ресурсов СССР по районам (по данным на 1937 г.)

Кроме того, значительная часть водных сил (82,9%) связана с реками внутреннего стока, впадающими в Каспий, Арал, Иссык-Куль и Балхаш.

Табл. 6 распределения потенциальных гидроэнергетических ресурсов СССР по районам также указывает на то, что громадная часть водных сил (82,9%) лежит в пределах европейского континента и лишь небольшая часть (17,1%) находится в Европе.

Гидроэнергетические ресурсы высокогорных районов Кавказа и Средней Азии составляют около 25% от всех водных сил страны.

Следует также особо отметить громадные концентрированные запасы весьма удобной водной энергии (19,3%), которыми располагают верховья рр. Оби и Енисея. Практическое использование возможностей этого уникального энергетического района, одновременно весьма богатым минеральными ископаемыми, предопределяет развитие в будущем в центральной Сибири крупной промышленной базы. Наконец, нельзя не отметить того обстоятельства, что 25% гидроэнергии страны располагается в области островной и сплошной вечной мерзлоты, где благодаря этим условиям должны применяться особые схемы исполь-

№ п/п	Наименование районов и континентов	Среднегодовая потенциальная мощность, MW	% от суммарной мощности по континенту	% от суммарной мощности по СССР
1	Карело-Мурманский край	1 740	3,4	0,6
2	Русская равнина Европ. части	16 450	33,8	5,8
3	Урал и Приуралье (Европ. части)	5 620	11,4	1,9
4	Кавказ	25 230	51,4	8,8
	Европейская часть	49 240	100,0	17,1
5	Бассейн Азиатск. внутр. стока	63 310	26,5	21,9
6	Верховья Оби и Енисея	55 630	23,3	19,3
7	Низовья Оби и Енисея	46 450	19,4	16,1
8	Бассейн Японского моря	1 710	0,7	0,6
9	Область островной вечной мерзлоты	28 540	11,9	9,3
10	Область сплошной вечной мерзлоты	43 660	18,2	15,1
	Азиатская часть	239 300	100	82,9
	Всего по СССР	288 540		100

зования энергии рек и должны осуществляться специальные типы гидротехнических сооружений.

По своей абсолютной величине гидроэнергети-

ческие ресурсы СССР значительно превосходят водные силы всех других крупнейших стран мира. В частности, они в 3,5 раза более водных сил США (82,18 млн. kW), в 5,6 раза — водных сил Канады (53,65 млн. kW) и приблизительно в 14 раз более гидроэнергетических ресурсов в отдельности: Японии (21,63 млн. kW), Аргентины (21,63 млн. kW) и Норвегии (20,0 млн. kW). Запасы белого угля СССР составляют около четверти всех мировых ресурсов.

В течение 20 послереволюционных лет в результате изысканий и проектировок, охвативших большую часть основных речных бассейнов страны, были намечены места расположения и схемы около 1150 гЭС при общей по всему Союзу их установленной мощности 90 700 MW и средней годовой мощности порядка 50 000 MW. Отсюда вытекает, что коэффициент охвата конкретными проектными схемами всех потенциальных ресурсов страны на данное время составляет приблизительно

$$a = \frac{N_{\text{конкр}}}{N_{\text{потенц}}} = \frac{50 \cdot 100}{288} \approx 17\%.$$

Эта цифра характеризует как степень изученности гидроэнергоресурсов, так и в известной мере степень пригодности потенциальных возможностей для практического освоения.

К концу 1937 г. в СССР действуют 38 гЭС (мощностью 1000 kW и выше) суммарной установленной мощности около 1288,7 MW при средней годовой мощности 725 MW (за средний по водности год). Степень использования реальных энергетических возможностей страны, выявленных всеми ранее произведенными работами, может быть в первом приближении оценена отношением

$$b = \frac{1288,7 \cdot 100}{90700} = 1,4\%.$$

Отсюда следует заключение о том, что использование громадных богатств нашей страны в части водных энергетических ресурсов, несмотря на значительные абсолютные мощности уже построенных и действующих гЭС, пока еще только начато. Этот вывод интересно сопоставить с данными по некоторым капиталистическим странам, где ограниченные запасы водных сил уже на данный момент в значительной доле исчерпаны.

Так, по данным шведского журнала «Teknisk Tidskrift» (от 5 июня 1937 г.) степень использования водных энергетических ресурсов по некоторым странам составляет: Италия — 71%; Швейцария — 58%; Германия — 57%; Франция — 29%; Австрия — 27%; Япония — 39% (по другим данным). Эти цифры становятся еще более показательными, если учесть, что в перечисленных странах практически уже исчерпаны почти все возможности для сооружения наиболее дешевых и мощных гидроэлектростанций.

Почти все гидроэлектрические установки, которыми располагает в настоящее время Советский Союз, построены за период 20 лет со времени Великой Социалистической Октябрьской революции.

Несмотря на достаточное развитие в Западной

Европе и Америке в предвоенные годы темпы использования энергии рек, в царской России гидроэлектростроительства по существу не было, если не считать мелких установок, в большинстве расположенных в Закавказье и на Урале.

Незаинтересованность отдельных капиталистов и компаний в использовании местных энергоресурсов приводила к тому, что, например, Ленинград (б. Петербург), несмотря на топливный дефицит, снабжался привозным углем, имея под рукой мощных гидроэнергоресурсов (рр. Волга, Свирь и др.). Только в период особенных затруднений с подвозом топлива (в 1916 г.) Военно-промышленный комитет занялся вопросом использования энергии Волховских порогов.

Даже там, где комплексное использование водных ресурсов давало явные экономические преимущества, энергетика отодвигалась на второй план. Так было, например, в проектах использования Днепра.

Ярким показателем пренебрежительного отношения к проблемам гидроэнергетики и полному непониманию принципа комплексности в использовании водных ресурсов является выступление на XI съезде «русских деятелей по водным делам» в 1909 г. одного из представителей верхушки промышленности капиталистической России, который заявил: «Использование гидравлических сил — дело будущего, а устройство водных путей — дело настоящего. Белый уголь всегда может быть заменен черным и, наоборот, черный уголь не всегда может быть заменен белым, а это именно как раз мы должны отметить».

Общая техническая отсталость сильно задерживала и развитие гидротурбостроения. Характерно, что за 44 года (1872—1916 гг.) на всех заводах России было изготовлено всего 3050 турбин примитивной конструкции суммарной мощностью 101 000 л. с., т. е. немногим больше мощности одной турбины Днепровской гЭС. Средняя мощность турбины была всего 33 л. с., а максимальная — 100 л. с.

Использование водных сил производилось самым образом кустарными маломощными установками. Всего суммарная мощность колесных гидросиловых установок (в большинстве при мельницах) составляла около 750 000 л. с. и турбинных около 250 000 л. с. Гидроэлектрических же станций было около 20 суммарной мощностью около 10 000 kW. Наибольшей по мощности была пущенная в 1910 г. Мургабская гидроэлектростанция (Средняя Азия) мощностью 1350 kW.

От этого чрезвычайно низкого уровня началось развитие советской гидроэнергетики, которая прошла этап от первенца ленинской электрификации — Волховской гидроэлектростанции — до мирового гиганта — Днепровской гЭС.

Еще в 1918 г. в своем известном наброске «плана научно-технических работ» Ленин отмечает необходимость обратить особое внимание на водные силы страны. В первом же плане электрификации, плане ГОЭЛРО, эта директива получила конкретное отражение: было намечено строительство 5 гЭС суммарной мощности 395 MW. Славный путь первой и второй сталинских пятилеток неразрывно связан с мощным развитием гидроэлектростроительства.

Таблица 7

Срок и объекты учета	Суммарная установленная мощность гЭС MW	Количество гЭС	Категории гЭС по мощности, MW									
			> 500		500—100		100—25		25—10		10—1	
			колич.	% по мощности	колич.	% по мощности	колич.	% по мощности	колич.	% по мощности	колич.	% по мощности
Гидроэлектростанции, сооруженные на 1/1 1938 г.	1288,67	38	1	43,4	—	—	11	44,2	5	7	21	5,4
Гидроэлектростанции, строящиеся в 1937 г.	1482,36	16	—	—	6	74,6	4	20,4	4	4,6	2	0,4
Гидроэлектростанции, сооруженные на 1/1 1938 г. и строящиеся в 1937 г.	2771,03	54	1	20,1	6	40,0	15	31,5	9	5,7	23	2,7

За это время сооружено всего 38 гидроэлектрических установок суммарной мощностью 1288 MW на всем пространстве Советского Союза от далекого Севера (гЭС Тулома) до самых южных широт (гЭС Варзоб, в Таджикистане).

Представляется интересным оценить степень концентрации мощности сооруженных и строящихся гидроэлектрических установок СССР (табл. 7).

Таблица показывает, что в структуре мощности гидроэлектростанций СССР в ближайшие годы произойдет значительный сдвиг в сторону большей концентрации мощности за счет вступления в работу строящихся в настоящее время гидроэлектростанций. Действительно, если, в 1937 г. работала только одна гидроэлектростанция мощностью более 100 MW, то в постройке сейчас находятся 6 таких установок. С пуском последних доля участия в суммарной мощности гидроэлектростанций в 100 MW и более возрастает с 43,4 (в 1937 г.) до 60,1%. Значение же гидроэлектростанций малой мощности соответственно сокращается. Если при этом учесть строительство Куйбышевской гЭС, то размеры сдвига будут значительно большими. Таким образом структура мощности гидроэлектростанций СССР в отношении показателей концентрации далеко оставляет за собой масштабы Западной Европы и становится в один ряд с показателями гидроэнергетики США и Канады.

Итоги гидроэлектростроительства за период после 1917 г. приведены в табл. 8.

Таблица 8
Мощность в MW

Годы	1927	1932	1937
Суммарная установленная мощность гЭС, MW	90	440	1290
Ул. в. в электробалансе, %	5,6	10	12
Суммарная выработка, млрд. kWh	377	708	4700
Удельный вес в электробалансе, %	9	6	12

Из второй пятилетки переходят строительством в третью пятилетку 16 крупных гидроэлектростанций суммарной мощностью 1480 MW с выработкой 5,6 млрд. kWh и вложениями около 3,6 млн. рубл.

Все эти объекты связаны с водохозяйственными

ми комплексами. Ведущей задачей третьей и четвертой пятилеток, безусловно, является реконструкция бассейна Волги, которая представляет одну из центральных проблем генерального плана народного хозяйства СССР. Реконструкция Волги должна обеспечить реализацию директивы партии и правительства об орошении Заволжья, о создании транспортной сверхмагистрали и о строительстве мощной гидроэнергетической базы — главной опоры единой электроэнергетической системы Европейской части СССР. Уже построен Ивановский узел; в строительстве находятся узлы Угличский и Рыбинский. Сверх плана в 1937 г. приступлено к развертыванию сооружения Куйбышевского узла.

Важным объектом является дальнейшее развитие использования Днепра. Комплексная водохозяйственная проблема Б. Днепра предусматривает при полном развитии суммарную установленную мощность порядка 2000 MW. Первоочередной установкой является Кременчугская гЭС, которая благодаря большому водохранилищу (17,7 млрд. м³) сможет значительно улучшить условия работы Днепровской гЭС им. Ленина, увеличив ее отдачу на 1 млрд. kWh.

В Закавказье можно отметить две комплексные проблемы: Севано-Зангинский каскад в Армении и Мингечаурская в Азербайджане.

В Средней Азии основной задачей будет сооружение установок, которая могла бы обеспечить регулирование всей системы, куда войдут три строящиеся чирчикские гЭС, не имеющие регулирования.

На Алтае развернуты проектировочные работы по Иртышской установке; на Дальнем Востоке готовится технический проект Таландинской гЭС на р. Горюн вблизи г. Комсомольска.

В третьей пятилетке на основании собранных и обработанных богатых материалов по нашим водным ресурсам должен быть составлен единый план водного хозяйства. Из него должна следовать единая водно-энергетическая схема для всего Союза, которая позволит определить оптимальную первоочередность проектирования и строительства установок, подчиненных выполнению народнохозяйственных заданий.

Основная научно-исследовательская работа по гидротехнике ведется в Научно-исследовательском институте гидротехники в Ленинграде. Этот институт представляет комбинат из 20 лаборато-

рий (Научно-мелиорационного института, Института сооружений, Свирского строительства и др.). Лаборатории оборудованы весьма совершенными приборами оригинальной конструкции. Масштаб работы института можно представить по тому, что штат его состоит из более чем 400 сотрудников, среди которых 150 высококвалифицированных (профессора и инженеры).

Помимо исследований в лабораториях, институт ведет большую экспертную и экспедиционную работу на всей территории Союза.

Сейчас ни одно гидротехническое сооружение в СССР не проектируется и не строится без предварительных тщательных лабораторных испытаний на моделях. Примером могут служить работы по Свирской, Чирчикской и другим гидроустановкам или широкие лабораторные опыты при строительстве каналов Беломорско-Балтийского им. Сталина и Москва—Волга.

Ряд исследовательских работ получил признание далеко за пределами Союза. Большая работа проведена школой акад. Н. Н. Павловского по применению метода «электродинамических аналогий» к исследованию движения воды под сооружениями, возведенными на проницаемом основании. Важные работы проведены по вопросам изучения различных сооружений на моделях, в частности, по вопросам неустановившегося режима. Разработан ряд оригинальных конструкций и приборов. Можно, например, отметить предложенные проф. Н. Н. Давиденковым оригинальные методы определения величины горного давления, испытания тоннельной облицовки и изучения напряжения в бетоне.

Широко развернулись работы по применению новых и дешевых строительных материалов в ответственных гидротехнических сооружениях. Так, внедрялось применение дерева, торфа и т. п.

При Ленинградском заводе им. Сталина с 1927 г. функционирует хорошо оборудованная турбинная лаборатория. В 1932/33 г. к ней пристроена кавитационная установка. Явления кавитации при различных режимах наблюдаются непосредственно осциллографом и могут быть фиксированы на киноплёнке. В Москве параллельно работает специальный Гидромашинный научно-исследовательский институт.

В настоящее время подготавливается к пуску лаборатория гидродинамики в Энергетическом институте им. Г. М. Кржижановского Академии наук СССР. Ряд крупных гидролабораторий работает при вузах (Ленинградский индустриальный институт и др.).

Производственная база гидротурбостроения, полученная в наследство советской властью, состояла из небольшого заводика в г. Кургане (выпускал небольшие устаревшей конструкции турбины), мастерской Тиме в Опочке и эвакуированного в 1915 г. из Риги в Москву завода Пирвиц (турбины, главным образом, для мельниц). С 1923 г. определились два центра турбиностроения: Московский завод им. Калинина и Ленинградский завод им. Сталина (ЛМЗ).

С 1923 по 1926 г. ЛМЗ выпустил помимо ряда небольших турбин, одну турбину для Земо-Авчальской гЭС. При сдаточном испытании турбина

показала к. п. д. 91%, и по исполнению была лучше, чем другие три немецкие.

За период 1927—1930 гг. было освоено производство крупных турбин Френсиса (Дзорогетская гЭС к. п. д. — 89,5%; Рионская гЭС, к. п. д. — 88%), автоматических регуляторов оригинальной конструкции и турбин Пельтона (Гизельдонская гЭС). С 1930 г. ЛМЗ приступил к проектированию и изготовлению мощной турбины Каплана для Нижнесвирской гЭС. Рабочее колесо из-за невозможности обеспечить отливку из нержавеющей стали было импортировано.

В 1933 г. были изготовлены две малых (по 2200 kW) турбины Каплана для Свирской гЭС с регулированием по патенту ЛМЗ завода. При проектировании следующей мощной турбины Каплана для Земо-Авчальской гЭС второй очереди был внесен и ряд конструктивных изменений, и турбина была выполнена (1935 г.) целиком из советских материалов (отливки из нержавеющей стали завода им. Ленина).

Гидротурбинный цех ЛМЗ им. Сталина сейчас один из крупнейших в мире (площадь 20 000 м²).

Специализация заводов определилась к настоящему времени в следующем виде: ЛМЗ изготавливает турбины Пельтона, Френсиса и Каплана (мощностью более 3500 kW и диаметром рабочего колеса более 2 м), регуляторы и вспомогательное оборудование; завод им. Калинина изготавливает турбины Френсиса в открытых камерах и котельно-лобовые, а также пропеллерные с диаметром рабочего колеса до 2 м.

В последние годы проведена большая работа по стандартизации турбин и их элементов.

За период 1924—1934 гг. заводом ЛМЗ было изготовлено 103 турбины суммарной мощностью 215 370 kW, а заводом им. Калинина — 200 турбин мощностью 146 000 kW.

В течение 20 лет гидроэлектростроительства были не только освоены все главнейшие типы гидротехнических сооружений, применяющиеся в Западной Европе и Америке, но и выдвинуты новые типы советских конструкций.

В состав сооруженных гидроэлектрических установок входят все основные типы плотин, в частности: бетонные (Днепр, Волхов, Свирь), земляные (в особенности на канале Москва—Волга), арочные (Гергебиль), сложного типа из каменной наброски (Тулума, Беломорско-Балтийский канал им. Сталина).

В качестве водоводов на гидроэлектрических установках применены открытые каналы (ЗагЭС пропускной способностью 324 м³/сек), тоннели (на гЭС Аджарис-Цхали диаметром 4,4 м и длиной 2,5 км), трубопроводы деревянные (на гЭС Сходня диаметром 5,6 м, на гЭС Нива диаметром 4 м), металлические (Дзорогетская гЭС) и железобетонные (гЭС Кондопога).

Объем работ отдельных гидротехнических сооружений и их комплексов значительно возрос и находится в настоящее время на уровне величайших современных объектов строительства, что иллюстрируется табл. 9.

Эти громадные объемы работы не могли быть освоены без широкой механизации, которая обеспечила при широком развертывании соцсоревнования и ударничества исключительные темпы.

на строительстве Днепровской впервые в СССР работали 26 кранов, 21 деррик, 10 экскаваторов, 66 вагонов; было проложено более 10 км ж.-д. путей, сооружены камнеобильный и бетонный заводы, завод чистого воздуха. Эта механизация преимущественно еще иностранного происхождения.

На канале Москва—Волга была применена механизация почти исключительно отечественного производства. На строительстве насчитывалось 171 мощный экскаватор, 160 вагонов, 225 мотовозов, свыше 3000 грузовых автомашин, было построено 5 км постоянных и временных ж.-д. путей.

Советскими заводами построены освоены турбины следующих мощностей (табл. 10).

Запроектированы турбины Каплана для Куйбышевской гЭС мощностью 13 000 kW и диаметром 7500 мм.

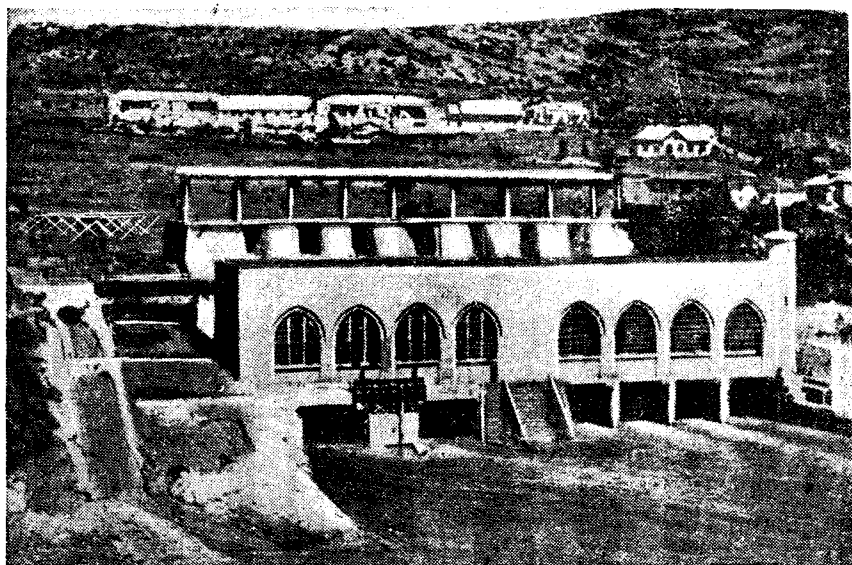


Рис. 2. Загэс

Таблица 9

Наименование объектов	Сроки окончания строительства	Объем работ в тыс. м³	
		земляных и скальных	бетонных
ГЭС Волхов	1927	760	24
ГЭС Днепр	1932	3000	1180
Беломорско-Балтийский канал им. Сталина	1933	21 000	390
Канал Москва—Волга	1937	148 000	3 000
ГЭС Куйбышев	1943—44	182 000	6 000

Таблица 10

Тип	Мощность kW	Диаметр мм	Гидростанция
Каплан	27 600	7 420	Свирь Н.
Френсис	25 000	2 100	Канакир
Пельтон	30 000	2 480	Храм

С окончанием сооружения Иваньковской гЭС мощностью 30 MW вступает в эксплуатацию первая в СССР гидроэлектрическая установка открытого типа.

Впервые в практике электромашиностроения СССР в течение второй пятилетки построены и строятся гидрогенераторы зонтичного типа для гидростанций Бурджар, Иваньковского, Карамышево, Чирчика и Рыбинск. Последние гидрогенераторы Рыбинской гЭС мощностью 68 750 kVA имеют второй по величине диаметр (12 м) среди всех машин этого типа.

Очень существенное значение, как известно, имеет автоматизация гЭС, которая повышает использование гидростанций, удешевляет их эксплуатацию, сокращает число аварий и т. д. К автоматизации в СССР приступлено с большим

запозданием. На 1937 г. автоматизированы гидростанции Ереван II, Бурджар и все гЭС канала Москва—Волга суммарной мощностью около 75 MW.

В настоящее время накоплен богатый опыт технической эксплуатации гЭС, работающих в самых различных условиях.

Для северных гЭС одним из наиболее тяжелых моментов являлся пропуск ледохода через плотины. Несмотря на то, что в отдельных случаях толщина льда доходила до 2 м (Волховская гЭС), работа установки не прерывалась.

Для борьбы с обмерзанием щитов и решеток применялись различные методы отопления, что себя вполне оправдало.

Для горных рек (Кавказ, Средняя Азия) особенно ответственным для эксплуатации является паводковый период, когда потоки несут в большом количестве наносы и мусор. Рядом научно-исследовательских организаций велось изучение условий заиливания водохранилищ. Так, для Земо-Авчальской установки уже предусмотрены мероприятия для борьбы с подходом донных наносов, которые по расчетам должны подойти к водоприемнику через 5—6 лет. В ряде установок заиливание бассейна явилось следствием неправильной эксплуатации водохранилища.

Необходимо отметить как общее явление недооценку важности организации и контроля эксплуатации гидротехнических сооружений. Контроль за дренажной системой, периодический осмотр сооружений и проведение заблаговременно необходимых мероприятий пока еще не сделались правилом. На многих установках нет даже инструкций по эксплуатации гидротехнических сооружений.

Также мало уделяется внимания режиму эксплуатации гЭС. Эксплуатационные и диспетчерские графики имеются далеко не всюду, а имеющиеся не исправляются и недостаточно точны.

Для иллюстрации важности этого вопроса достаточно указать, например, на такой факт, что 1 см напора на Днепровской гЭС дает выработку энергии на сумму 10 000 руб. в год. Пра-

вильная эксплуатация гэс может сохранить много десятков сантиметров напора.

Овладение техникой позволило улучшить эксплуатационные показатели гидроустановок: аварийность почти исключена, потеря времени на аварийный ремонт невелика. Для характеристики приводим по трем гэс баланс времени за 1936 г. в процентах.

Таблица 11

Название гэс	В работе	Ремонт			Резерв	
		капитальный	текущий	аварийный	аварийный простой	нормальный
Волховская	71,92	—	1,10	1,16	—	25,82
Днепровская	68,98	—	7,36	0,14	—	23,52
Н. Свирская	74,69	—	5,08	9,86	0,03	10,34

Расход энергии на собственные нужды снижен. В среднем по всем гэс расход на собственные нужды составлял в 1932 г. — 1,4%; в 1936 г. — 0,7%. Для тепловых станций он почти стабилен и держится на уровне 8,0% (табл. 12).

Таблица 12

Расход энергии на собственные нужды в % от выработки

Годы	Волховская	Днепровская	Земо-Авчальская
1932	1,16	3,10	0,41
1936	1,19	0,55	0,28

Улучшение организации эксплуатации гэс привело к уменьшению персонала. Так, на 1000 kW установленной мощности в 1936 г. приходилось на Волховской гэс 1,51 чел., Земо-Авчальской — 3,84 чел., а на Днепровской гэс — 0,62 чел. На лучших же наших тепловых электростанциях число работающих оставляет не менее 4,4 чел. на 1000 kW. Характерно еще отметить структуру обслуживающего персонала. В то время как по тепловым станциям ИТР составляют 11—12% от всего персонала, на гидроцентралях ИТР в среднем около 23—25%.

Использование установленной мощности гэс зависит от условий их работы в системе и их регулировочной характеристики. В большинстве установок оно выше 4500 h. Так, в 1936 г. коэффициент использования составлял для Волховской гэс 5460 h, Днепровской 4800 h и Земо-Авчальской 5820 h.

Несмотря на то, что эксплуатация гэс имеет еще много резервов, особенно по линии упорядочения режима и развития автоматизации, себестоимость энергии на гэс исключительно низка.

Только три лучшие тепловые централи, работающие на самом дешевом топливе (газ, мазут, нефть), дают себестоимость энергии в 1,25—1,87 коп./kWh, а другие станции выше 2 коп./kWh. Для большинства гэс себестоимость 1 kWh около 1—1,2 коп./kWh, а на многих и ниже: Волховская — 0,97 коп./kWh; Н. Свирская — 0,89 коп./kWh и Днепровская — 0,495 коп./kWh.

Характерным показателем экономичности работы гидроустановок может служить табл. 13, в которой дана структура годовых издержек в процентах.

Таблица 13

Название гэс	Статьи расходов				
	производственная зарплата	текущий ремонт	общественные расходы	амортизация	итого
Волховская	7	1	48	44	100
Земо-Авчальская	12	4	44	40	100
Днепровская	12	3	14	68	100
Кондопожская	23	3	15	59	100

Строительство малых гидроэлектрических установок. Задача использования стока малых рек может быть сформулирована как проблема местного стока. Уже сейчас местный сток играет большую роль в различных отраслях водного хозяйства.

По всему СССР на местном стоке орошается до 1 млн. га, т. е. 15—17% всей орошаемой площади. Многие малые реки используются для лесосплава и местного транспорта. В ряде районов создание искусственных прудов позволяет организовать рыборазведение.

Ведущим направлением использования местных водных ресурсов является водоснабжение: промышленное, коммунальное и главным образом сельскохозяйственное. В последнем большую долю составляют подземные воды.

Энергетическое использование малых рек по данным, приведенным в плане ГОЭЛРО, к 1913/14 г. составляло около 1 млн. л. с. Правда, это были весьма несовершенные маломощные, в большинстве кустарные колесные гидросиловые установки. Гидроэлектрических установок на местном стоке, так называемых мелких гэс, построено пока весьма недостаточно. Некоторое представление о динамике дает табл. 14.

Таблица 14

Развитие с.-х. электростанций в СССР

На 1/I	Гидростанций		Тепловых станций		Всего	
	количество	мощность тыс. kW	количество	мощность тыс. kW	количество	мощность тыс. kW
1918	47	1,6	90	3,6	137	5,2
1924	135	3,9	313	12,6	448	16,5
1928	186	6,6	465	20,1	651	26,7
1929	190	7,1	494	21,9	684	29,0
1930	194	7,5	526	24,5	720	32,0
1931	198	7,8	584	30,4	782	38,2
1932	199	7,9	674	36,4	873	44,3
1933	207	8,8	806	44,2	1013	53,0
1934	217	10,8	951	53,5	1168	64,3

Приведенные данные наглядно показывают резкое отставание мелкого гидроэлектростроительства.

Не подлежит сомнению, что враги народа всячески тормозили и срывали развитие мелкого

гидроэлектростроительства, одновременно распыляя средства на постройку местных электростанций на привозном жидком топливе. В результате электроснабжение сельских районных центров вследствие перебоев в доставке жидкого топлива поставлено в тяжелые условия.

Специфика гидроэлектрических станций, могущих входить в водохозяйственный комплекс, до последнего времени недостаточно учитывалась. Комбинирование водопользователей, выдвигаемое нашим социалистическим планированием, в ряде случаев единственно определяет возможность сооружения узла, так как ни один из водопользователей в отдельности поднять все капиталовложения не смог бы.

Все же до последних дней имеют место неувязки в этой части. Для примера можно указать на Букинскую гЭС на р. Горный Тикич (УССР) 850 л. с., которая имеет в верховьях пруды, находящиеся в ведении рыболовных организаций. Задержка летом воды в прудах для целей рыбозаведения снижает отдачу гЭС. Так, в 1934 г. вместо 3,7 млн. кВт·ч было выработано только 1,3 млн. кВт·ч. На Велико-Александровской гЭС на р. Ингулец (УССР) ежегодно турбины не работают в течение 15—20 дней, так как верховое Карачуновское водохранилище забирает воду для водоснабжения Криворожья.

Подобные факты, как и случаи неправильного выбора оптимальной схемы и объекта, являются следствием в первую очередь отсутствия развернутого плана использования местного стока для района, области или республики.

Единой организации по проектированию мелких гЭС нет: в результате — потеря времени и средств, отсутствие приемлемых типовых проектов и т. д. Так например, на р. Хоморе (УССР) проводили изыскания: НКПС, т-во «Электрика», институт водного хозяйства Украинской академии наук, Рыбсоюз и др., но, так как изыскания в большинстве охватывают разные участки реки, сведенного материала пока нет.

Такое же положение имеет место по другим объектам: рр. Мокрая Сура, Мокрая Волноваха и др.

Своевременное развертывание работ для скорейшего составления комплексных водохозяйственных районных планов использования местного стока является, безусловно, одной из важнейших задач, особенно в связи с планом третьей пятилетки.

Особенно тяжелое положение с механическим оборудованием мелких гЭС. Существующие в ряде мест (Нальчик, Бобруйск, Тбилиси, Башкирия, Казань и др.) небольшие заводы вследствие отсутствия квалифицированных конструкторов выпускают подчас устаревшие типы турбин. Кустарщина и отсутствие серийности производства приводят к значительному удорожанию строительства. Не лучше положение в центре. Московский завод им. Калинина и Всесоюзный институт гидромашиностроения переданы Главхим-

машу, который к турбинам относится более чем хладнокровно и понемногу свертывает и то немногое, что делается. Во всем Союзе нет ни одного завода, который занимался бы изготовлением для мелких гЭС автоматических регуляторов, аппаратуры для автоматизации, зубчатых редукторов и другой вспомогательной аппаратуры.

Специальное постановление СТО (1934 г.) о малом гидроэлектростроительстве по существу не реализовано.

* * *

Резюмируя обзор развития гидроэлектростроительства СССР, необходимо отметить ряд узких мест в этой области народного хозяйства, которые должны быть немедленно устранены. В первую очередь должно быть отмечено отсутствие обоснованного перспективного планирования как гидроэлектростроительства, так и проектно-изыскательских работ. Эта болезнь свойственна ряду отраслей водного хозяйства. В результате имеет место неправильное определение очередности строительства (пример с Ярославской гЭС), неподготовленность проектных работ и т. д.

Строительство гидроустановок подчас недопустимо затягивалось. Нижнесвирская гЭС строилась 7 лет, Рионская и Канакирская — по 8 лет, а Аджарис-Цхальская гЭС — даже 13 лет.

Ввиду неправильного проектирования, недоучета роли гидроцентральной в системе ряд первоочередных установок сооружен без необходимого регулирования. Это относится к некоторым закавказским установкам, к строящимся чирчикским гЭС и др. Даже там, где по существующим условиям можно, включив гЭС в систему, полнее использовать водную энергию, имеют место недопустимые задержки. До сих пор ДнепрогЭС не соединен с Донбассом. В результате весной ДнепрогЭСу некуда девать энергию и приходится сбрасывать воду через плотину, а в период маловодья Днепропетровщина сидит на голодном энергетическом пайке.

Невнимание к водному режиму и к эксплуатации гидротехнических сооружений, отмеченное выше, также является серьезным недостатком существующей системы использования гидроцентралей.

Весьма ответственный участок народного хозяйства СССР — гидроэнергетика — подвергся вредительскому воздействию со стороны врагов народа. Нужно еще много поработать, чтобы ликвидировать все последствия их подлой деятельности и выкорчевать до конца кое-где притаившихся предателей.

Несмотря на происки врагов, все же советская гидроэнергетика живет и мощно развивается. Пройден славный путь от Волхова до зачинания строительства мирового гиганта на Волго-Куйбышевской гЭС.

Волей партии под руководством любимого вождя народов товарища Сталина водные силы страны включены в работу на социализм.

Трансформаторостроение в СССР

Л. М. Шницер

Московский трансформаторный завод

ПЕРВЫЙ свой выпуск в несколько десятков штук трехфазных трансформаторов по 100 kVA на 6500 + 5%/225 V Московский трансформаторный завод дал в мае 1928 г. В то время он был не единственным трансформаторным заводом в Союзе. Производством трансформаторов еще занимались тогда заводы «Динамо» в Москве, «Электросила» в Ленинграде и ХЭМЗ в Харькове.

Все эти заводы поставляли около 50% потребных стране трансформаторов; 35% главным образом крупных единиц импортировались из-за границы, а на долю трансформаторного отдела «Электростроения» (так тогда назывался нынешний МТЗ) приходилось около 15%. Вся же годовая потребность страны в трансформаторах к началу первой пятилетки выражалась в 1200 MVA. Правда, эта цифра по сравнению с тем, что потребляла Россия незадолго до Октября, когда вся установленная мощность трансформаторов составляла всего около 300 MVA, уже указывала на весьма большой шаг электрохозяйства страны вперед. В ней уже частично сказался грандиозный ленинско-сталинский план электрификации всей страны. Было ясно, однако, что для реализации намеченной обширной программы электростроительства эта цифра — 1200 MVA, из которой только 65% поставлялись отечественными заводами, ни в коей мере не могла считаться удовлетворительной. Между тем на выше перечисленных старых заводах, бывших филиалах зарубежных фирм — Вестингауз, АЕГ, Сименс-Шуккерт — трансформаторное производство было только побочным, оборудование на них было устарелое, некоторые технологические процессы примитивные и вообще технические возможности для дальнейшего развития весьма ограниченные.

До конца 1930 г. все старые заводы выпускали сравнительно мелкие трансформаторы на напряжение не выше 38 kV. Крупные же единицы свыше 2000 kVA выполнял ХЭМЗ, где впрочем наивысший достигнутый им предел мощности представляли выпущенные трансформаторы для Электротока Азнефти на 12,5 MVA напряжением 20/6 kV.

Проектирование и строительство нового трансформаторного завода, для которого кстати согласно решению ВСНХ были использованы незавершенные и крайне запущенные корпуса бывшего завода «Проводник» на Электростроительской улице, началось в середине 1926 г. и продолжалось около полутора лет.

Рост выпуска продукции. По первоначальному проекту выпуск завода по годам представлялся в следующем виде (табл. 1).

Таблица 1

Годы	Выпуск	
	млн. руб.	%
1927/28	2,4	100
1928/29	6,4	266
1929/30	14,5	605
1930/31	21,6	900
1931/32	27,0	1125

Однако вскоре в свете первого пятилетнего плана народного хозяйства страны в целом стало совершенно очевидным, что намеченный план развертывания Трансформаторного завода с предельным выпуском в 27 млн. руб. никак не мог считаться удовлетворительным, потребность страны в трансформаторах оказалась значительно выше и росла быстрее.

В конце 1928 г. был составлен новый план развертывания трансформаторного производства, в основу которого, помимо расширения цехов на резервированных по проекту 1927 г. площадях, было положено построение:

1) корпуса больших трансформаторов;

2) нового корпуса для больших трансформаторных баков;

3) новой испытательной станции и

4) введение трехсменной работы по 7 час.

При этих условиях оптимальный, как тогда казалось, план выпуска представлялся в таком виде (табл. 2).

Таблица 2

Годы	Выпуск				Максимальная мощность единицы kVA
	млн. руб.	%	MVA	%	
(1927/28)	(2,4)	(100)	(90)	(100)	До 640
1928/29	6,4	266	284	315	1600
1929/30	14,5	605	753	835	5600
1930/31	21,6	900	1304	1450	Выше 5600
1931/32	35,5	1480	2343	2600	5600
1932/33	56,7	2360	3907	4350	5600

Из табл. 2 видно, что до 1931 г. включительно план выпуска оставался точно таким же, как по проекту 1927 г. Значительный скачок предусматривался лишь в 1932 и 1933 гг., когда конечный выпуск должен был возрасти больше чем вдвое по сравнению с предусмотренным первоначально.

Действительность же не замедлила показать, что и вновь запланированный градиент роста все еще недоучитывал фактических возможностей.

Уже в 1929/30 г. фактический выпуск завода составил 22,5 млн. руб., вместо запланированных 14,5 млн. руб.; в особом квартале 1930 г. выпуск достиг 9,8 млн. руб., а в 1931 г. — 56 млн. руб.

Пятилетний план был выполнен в 2½ года.

В последующие 5 лет завод продолжал постепенно развиваться, главным образом, в отношении освоения крупных единиц. Выпуск в настоящее время составляет 4000 MVA. Для дальнейшего же удовлетворения все растущей потребности страны в трансформаторах строится новый завод на Урале, рассчитанный на выпуск в 10 500 MVA.

Развитие конструкции трансформаторов. Для возможно быстрого освоения современного трансформаторостроения было решено на первых порах максимально использовать опыт передовых капиталистических фирм. Первая серия трехфазных масляных трансформаторов мощностью 5—640 kVA, напряжением до 6 kV была заимствована от фирмы АЕГ. В течение 1926 и 1927 гг. на заводы АЕГ посылались наши инженеры, мастера и квалифицированные рабочие для непосредственного ознакомления на месте с методами проектирования, с постановкой производства, технологическими процессами и т. д.

Но, заимствуя заграничный опыт, завод не слепо копировал его, а относился к нему критически, анализировал его, и в тех случаях, где убеждался в целесообразности отступления в сторону упрощения или облегчения, он смело видоизменял заграничные конструкции. Так, даже самая первая, указанная выше серия малых трансформаторов не представляла собой по своей конструкции полной копии трансформаторов АЕГ. Она была, во-первых, пересчитана применительно к нашим материалам и, кроме того, несколько изменена в части баков в сторону уменьшения их размеров.

В 1929 г. трансформаторный завод уже выпускает свою, советскую серию трансформаторов 5—560 kVA, имеющую ряд преимуществ перед ранее изготовлявшейся. В табл. 3 приведены относительные приведенные веса трансформаторов различных конструкций.

По сравнению с конструкцией завода «Динамо» достижения получены, правда, главным образом за счет значи-

Таблица 3

Завод, фирма и год конструкции	Весы, %			
	20 kVA	50 kVA	100 kVA	560 kVA
ЛЭЗ, 1929	100	100	100	100
АЕГ (1927)	111	125	120	105
Харьковский завод				
ЭТЦР	131	129	135	137
«Электросила»	135	122	135	—
«Динамо»	135	152	159	139

тельно улучшенного качества трансформаторной стали, немалую роль сыграли более рациональное распределение потерь холостого хода и к. з. и более эффективные в отношении теплоотдачи конструкция обмоток и выбор формы волны масляных баков.

К концу того же 1929 г. с пуском корпуса больших трансформаторов вводится в производство разработанная заводом серия трансформаторов 560—5600 kVA на напряжения 6, 10, 20 и 38 kV.

В первоначальном виде и эта серия носит на себе ярко выраженный отпечаток конструкции АЕГ.

В частности, как у этой фирмы, трансформаторы мощностью 1350 ÷ 5600 kVA строятся стыковыми. Но уже в 1930 г. при первом ознакомлении с постановкой трансформаторостроения в Америке у ГЕС завод переводит в серию 1350 ÷ 5600 kVA на шихтованный тип, вводится коренное изменение всей конструкции трансформатора, значительно улучшенной и в то же время упрощенной и облегченной в среднем на 15%.

Весьма важным нововведением, резко упростившим технологический процесс и казавшимся вначале некоторым работникам завода недопустимым, была ликвидация прессующих сердечник шпилек для значительной части серии трансформаторов. Проводившееся постепенно сначала для малых трансформаторов до 100 kVA, а затем и до 560 kVA это мероприятие было вскоре распространено до мощности 1800 kVA.

Знаменательной вехой в истории развития Московского трансформаторного завода и одновременно советского трансформаторостроения является 1931 г. Это был год решительного сдвига и крупных успехов в области построения мощных и высоковольтных трансформаторов.

В этой области завод до того времени не имел решительно никакого опыта. Попытка Харьковского завода ЭТЦР в 1925 г. построить трансформатор мощностью 20 MVA на 115 kV для Ленинградского Электротокса кончилась неудачей. Строившийся в течение пяти лет трансформатор так и не был включен в эксплуатацию, как совершенно не соответствовавший своему назначению. Между тем в Союзе развивались высоковольтные сети, росли крупные электростанции. Трансформаторы для них импортировались из-за границы. Правда, импорт в то время составлял уже не 35%, а всего только 7—8%, но они целиком падали на мощные высоковольтные единицы, в чем сказались именно техническая зависимость наша от заграницы. Необходимо было быстро освоить эту ответственную область трансформаторостроения.

Трансформаторный завод применил свой испытанный метод: сначала максимально использовать опыт передовых заграничных фирм, в данном случае — американской фирмы ГЕС. Завод пошел и на то, чтобы на первых порах ввиду отсутствия в то время в Союзе налаженного производства ряда высококачественных материалов и полуфабрикатов импортировать их из Америки. Импортировались бакелитовые цилиндры, бакелитовые угловые шайбы, скомплектованные 115-kV бушинги и переключатели ответвлений обмоток.

В течение двух с небольшим лет завод, выпуская 115-kV трансформаторы разных мощностей и вообще крупные трансформаторы, придерживался почти целиком конструкции и характеристик американских трансформаторов: дисковые обмотки, жесткие изолирующие цилиндры, кембриковая изоляция отводов и усиленных катушек; сравнительно низкие электромагнитные и тепловые нагрузки, иначе говоря, большой расход активных мате-

риалов. За 2-летний период освоения этих трансформаторов было выпущено около 200 шт. суммарной мощностью 2000 MVA, т. е. со средней мощностью единицы выше 10 MVA. Среди них были трехфазные трансформаторы на 15 MVA и однофазные трехобмоточные на 20 MVA (60 MVA в трехфазной группе).

Одновременно завод поддерживает теснейшую связь с ВЭИ и с отечественными поставщиками изоляционных материалов и полуфабрикатов. ВЭИ проводит значительные экспериментально-исследовательские работы. Завод «Изолятор» в Москве приступает к освоению производства 115-kV бушингов. Суражская фабрика начинает налаживать производство высококачественного изоляционного картона-эlefантайда.

Этот картон обнаруживает ряд замечательных преимуществ перед твердой бакелитизированной бумагой. В противоположность последней эlefантайд устойчив в отношении поверхностных разрядов; его диэлектрический коэффициент остается почти постоянным при изменениях температуры; по своему числовому значению коэффициент этот близок к диэлектрическому коэффициенту трансформаторного масла, что способствует равномерной электрической напряженности во всей изоляционной конструкции.

Результаты исследований ВЭИ совместно с лабораторией МТЗ показывают, что для усиленной изоляции входных катушек можно с большим успехом заменить дорогостоящий кембрик кабельной бумагой.

На самом трансформаторном заводе быстро налаживается производство жестких угловых шайб из эlefантайда и переключателей барабанного типа такого же высокого качества, как американские.

Все эти факторы обеспечили возможность спроектирования и внедрения в производство своей советской серии высоковольтных и мощных трансформаторов.

Такая серия трансформаторов мощностью единицы от 3,2 до 31,5 MVA, производство которых базировалось целиком на наших отечественных материалах, была разработана в течение 1932 г. и пущена в производство в 1933 г.

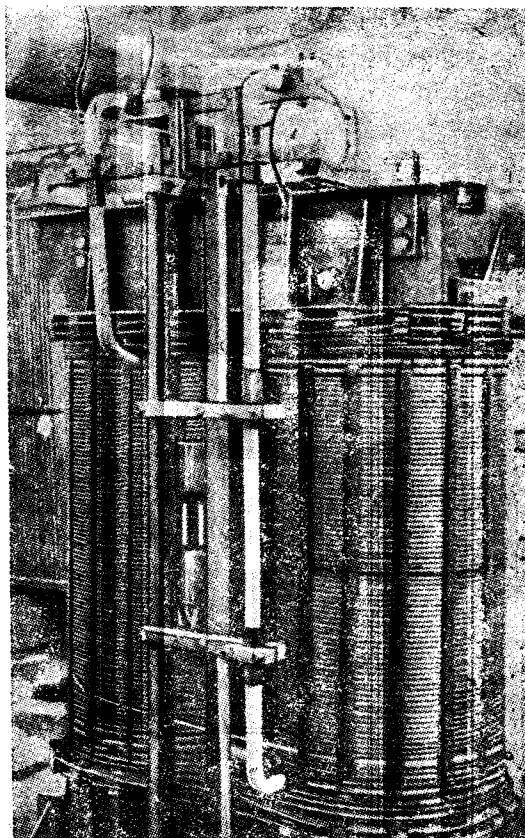


Рис. 1. Выемная часть трансформатора мощностью 10,5 MVA на напряжении 110/6,6 kV (непрерывная обмотка)

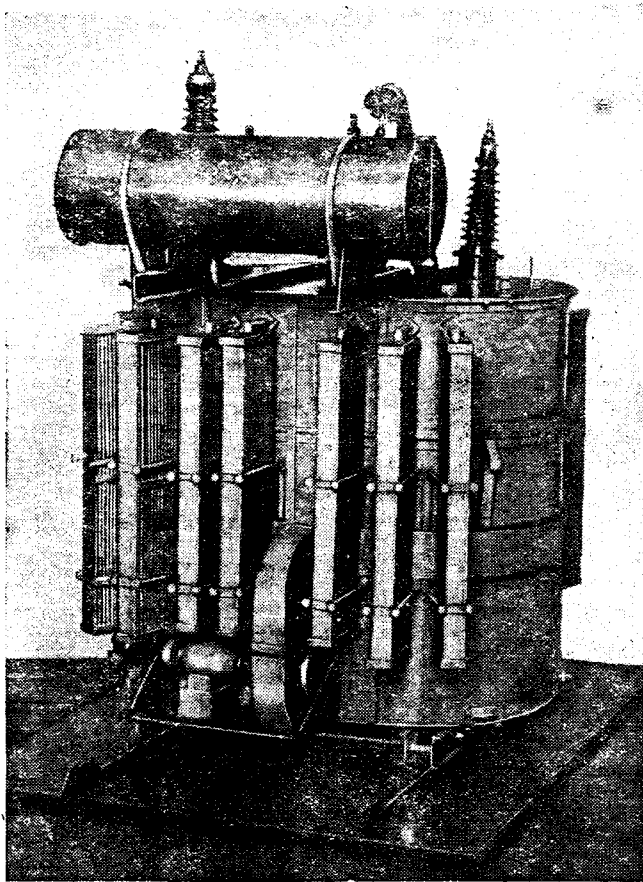


Рис. 2. Однофазный трансформатор мощностью 20 MVA на напряжение 220/115 kV для Свирской электростанции (выпуск 1933 г.)

В отличие от ранее выпускавшихся по американским данным трансформаторы новой серии имеют следующие особенности:

1) вместо дисковых катушек для 110-kV обмоток со множеством паяк между отдельными секциями применяется технически более совершенная и более простая в производстве непрерывная обмотка;

2) импортировавшиеся из-за границы бакелитовые цилиндры заменены мягкими из элфантайда, преимущества которого уже отмечены выше;

3) усиленная изоляция начальных катушек осуществляется кабельной бумагой вместо дорогостоящего кембрика;

4) в отношении электромагнитных и тепловых нагрузок, выбор которых является вопросом техно-экономическим, завод не считал возможным равняться ни по европейским ни по американским частнокапиталистическим фирмам.

На предприятиях капиталистических стран вопрос о выборе нагрузок решается в значительной степени соображениями конкуренции. У нас в условиях социалистического хозяйства на первом плане выступают интересы бщегоосударственные, которые требовали освоения страны от импорта легированной стали и меди. Отсюда характерное для наших трансформаторов максимальное использование активных материалов, какое только приемлемо с точки зрения температур, допустимых нормами и стандартом. Ясно, что при реализации этой тенденции номинальный к. п. д. получался ниже, нежели, чем у соответствующих американских трансформаторов; однако потери холостого хода и к. з. в наших трансформаторах распределены таким образом, что номинальный к. п. д. близок к эксплуатационному годовому.

В табл. 4 приведены относительные веса активных материалов некоторых мощных трансформаторов по отношению к весам соответствующих трансформаторов GEC, принятым за 100%.

Даже при современном низком значении отношения

стоимости трансформаторной стали к стоимости меди, равном около 2, «приведенный» вес активных материалов наших трансформаторов составляет всего только, $73 \div 75\%$ от «приведенного» веса соответствующих трансформаторов GEC.

При этом номинальные к. п. д. одинаковых по мощности единиц различаются между собой не более чем на $0,1 \div 0,15\%$.

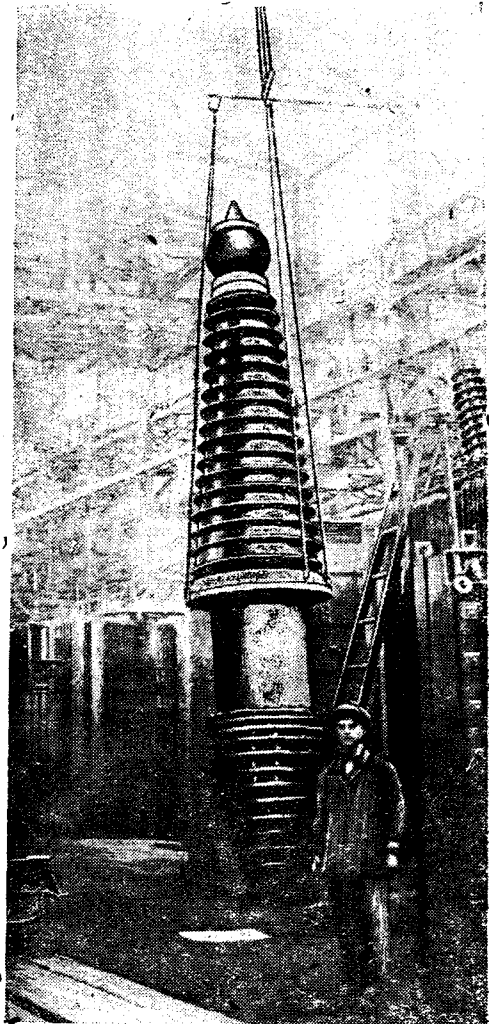


Рис. 3. Бушинг на 220 kV

Таблица 4

Мощность MVA	Напряжение kV	Число фаз в единице	Веса, %	
			сталь	медь
10,5	35	1	84	62
20	35	1	85	56
10	35	3	96	52
15	35	3	94	57
20	35	3	87	60
10,5	110	1	95	54
20	110	1	91	55
40	110	1	82	65
10	110	3	118	52
20	110	3	90	53
31,5	110	3	90	52

В том же 1932 г. Трансформаторный завод подписывает договор со Свирьстроем на поставку в течение 1933 г. 14 шт. однофазных трансформаторов по 20 MVA в единичном исполнении на напряжение 220 kV. Это напряжение для линий передач было в то время рекордным в Европе и Америке, а в Союзе оно вводилось впервые для Свирской гидроэлектрической станции. Из заказанных 14 шт. 7 составляли две понижающие трехфазные группы (с одной основной единицей), предназначенные для связи Свирской электростанции со 110-kV сетью Ленинграда.

Помимо того, что напряжение 220 kV являлось для завода новой, более высокой ступенью, особые технические трудности представляло сочетание его в одной единице с само по себе высоким напряжением 110 kV вторичной обмотки. Между тем договор с ГЭС к тому времени уже был подписан. Ни образцом, ни зарубежными чертежами подобных трансформаторов завод не располагал. Но он располагал накопленным за 5 лет опытом, располагал выросшими за это время кадрами, располагал результатами выполненной ВЭИ научно-исследовательской работы.

В течение 1933 г. все 14 трансформаторов были сданы, прекрасно выдержав все электрические испытания. Двухгодичная эксплуатация их показала, что и в тепловом отношении они не только вполне удовлетворительны, но, рассчитанные в качестве первенцев с некоторой осторожностью, они фактически способны давать большую мощность; они и были перемаркированы на 24 MVA каждый. Изготовление трансформаторов для Свирской станции вышло крупнейшим шагом завода вперед на пути освоения еще более сложных и более мощных единиц. В течение последующих лет завод выпустил:

1. Однофазные трехобмоточные трансформаторы для линии передачи Сталиногорск — Москва мощностью 20 MVA (60 MVA в трехфазной группе) на напряжения 220/115/10,5 kV. Так как мощности обмоток этих трансформаторов составляют каждая 100%, то по своим размерам эти трансформаторы эквивалентны двухобмоточным на напряжение 220/115 kV и мощностью 30 MVA.

2. Однофазные трансформаторы для линии передачи Днепр — Донбасс на напряжение 220/154 kV при мощности единицы 40 MVA.

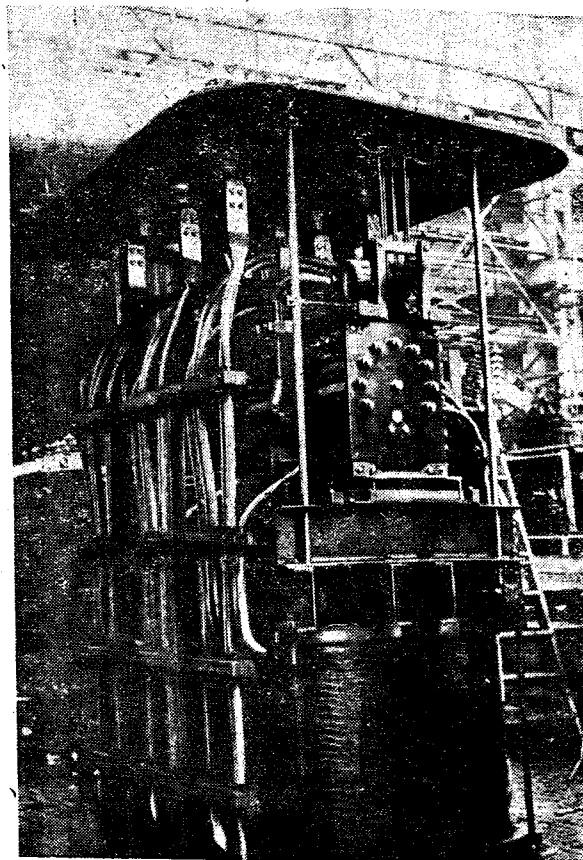


Рис. 4. Выемная часть бустер-трансформатора для регулирования напряжения под нагрузкой

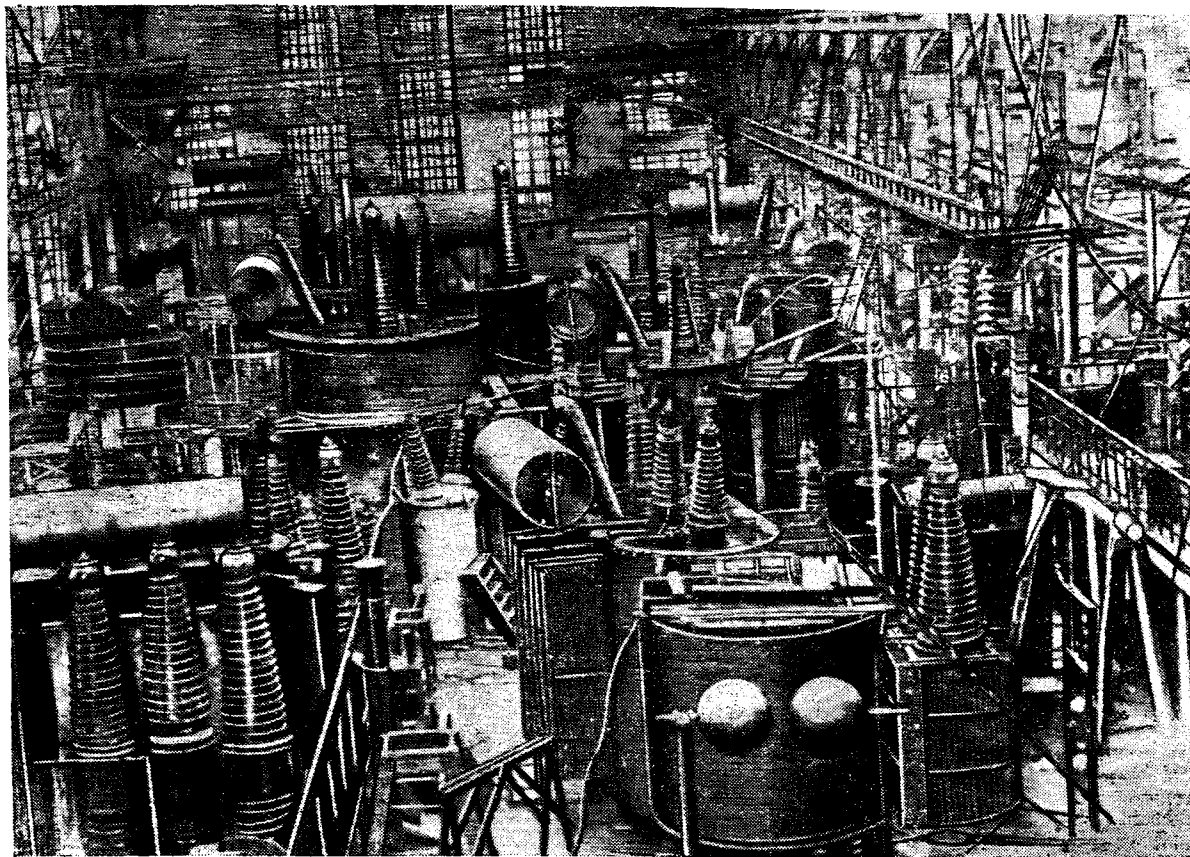


Рис. 5. Испытательное поле высоковольтных трансформаторов

3. Несколько агрегатов (бустер-трансформаторов) от 15 до 40,5 MVA для регулирования напряжения под нагрузкой для Тулметаллзавода, канала Волга — Москва, Сталинской тэч и др.

4. Трехфазные трансформаторы на 20 и 31,5 MVA со встроенной системой регулирования под нагрузкой.

Специальные области трансформаторостроения. Трансформаторы к ртутным выпрямителям. В конце 1930 г. в связи с окончательной ликвидацией трансформаторного производства на заводе «Электросила» этот завод передал МТЗ свой портфель заказов на трансформаторы к изготовляемым им же металлическим ртутным выпрямителям. Это были в основном трансформаторы к РВ-5 и РВ-10 на 230—500 В выпрямленного тока мощностью 200—1000 kVA. Ознакомление с конструкцией подобных трансформаторов завода «Электросила» не обнаруживало особого отличия от конструкции нормальных силовых трансформаторов соответствующих мощностей. Выпущенные МТЗ первые полтора-два десятка вышеуказанных трансформаторов в конструкции нормальных силовых работали в эксплуатации удовлетворительно.

Но первые же трансформаторы, выпущенные в 1931 г. для Ленинградского трамвая и для электрифицированных участков ж. д. на выпрямленное напряжение 1500 В, весьма скоро стали терпеть один за другим аварии.

Более подробное ознакомление с чрезвычайно сложным и весьма туманным тогда и для специалистов по ртутным выпрямителям явлением «обратного зажигания» привело к первому изменению конструкции трансформаторов, усиленной в том направлении, где, как казалось, только и находились ее слабые места. Однако усиленная в одном направлении новая конструкция стала обнаруживать слабые места в других самых неожиданных направлениях.

На ряде крупных предприятий наши трансформаторы продолжали катастрофически выбывать из строя.

Теоретическое изучение вопроса о возникающих в трансформаторе при обратных зажиганиях электродинамических усилиях, действительный характер и правильный метод расчета которых впервые указал проф. Г. Н. Петров, дало, наконец, возможность принять в конструкции эффективные меры защиты. Выпущенные по последней конструкции трансформаторы для Московского метрополитена для ряда электрифицированных на 3000 В ж. д. и др. работают вполне удовлетворительно.

Проведившееся в течение нескольких месяцев экспериментальное исследование одного из таких трансформаторов мощностью 3200 kVA на 3300 В выпрямленного тока полностью подтвердило правильность выбранной конструкции.

В течение 1936 г. на принципе последней конструкции выпущено несколько крупных многоамперных трансформаторов для алюминиевой промышленности. Производство этих специальных трансформаторов можно считать в настоящее время освоенным. Без опасений завод проектирует теперь такие трансформаторы для Радиоцентра на выпрямленное напряжение 12 и 15 kV.

Трансформаторы для электропечей. Эти высокоамперные трансформаторы, требующиеся для нашей химической и металлургической промышленности, завод изготавливает с самого начала по своей конструкции. Начав их выпуск с малых мощностей 100—200 kVA в 1928 г. по отдельным заказам, завод к 1931 г. имеет уже разработанную серию трансформаторов до 3500 kVA

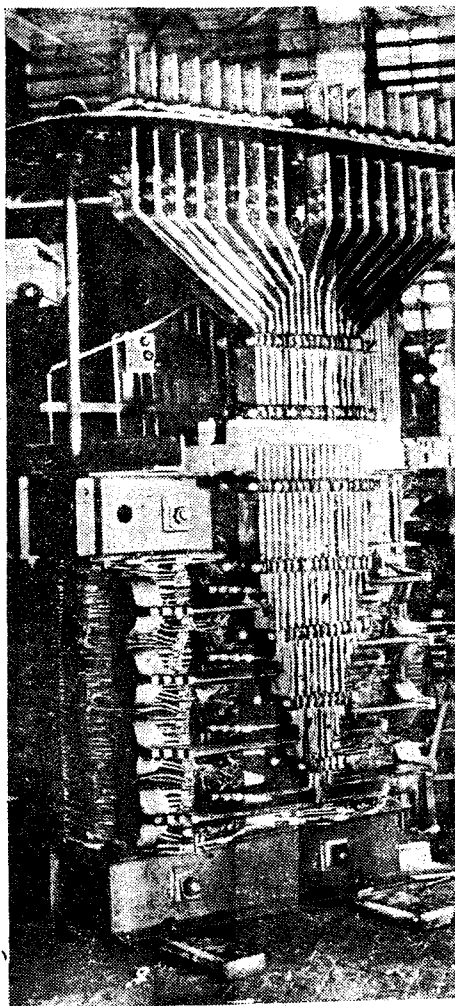


Рис. 6. Выемная часть электропечного трансформатора на 30 000 А

для сталелитейных и медеплавильных печей на токи до 10 000 А. В 1932 г. выпускается впервые трансформатор на 25 000 А для алюминотопки, а в течение последующих лет в эксплуатацию вступил целый ряд наших трансформаторов одно- и трехфазных со многими ответвлениями для регулирования напряжения и током до 50 000 А. Все эти трансформаторы показали в эксплуатации отличные качества и свое определенное превосходство над соответствующими импортными.

Испытательные трансформаторы. В этой области трансформаторный завод долго ничего не предпринимал — не было со стороны потребителей серьезных запросов. В 1931 г. когда такие запросы стали поступать, завод начал с того, что погрузил в массу разработанный еще заводом «Динамо» в 1924 г. 120-kV сухой трансформатор мощностью 120-kVA, повысив таким образом его мощность до 250 kVA при том же напряжении 120 kV.

В течение трех лет только этот тип и выпускался по 2—3 шт. в год.

Лишь в 1935 г. был впервые выпущен разработанный по конструкции ГЭС испытательный масляный трансформатор на 300 kV мощностью 300 kVA. Безукоризненный по качеству, он имеет тот недостаток, что и для своей номинальной мощности несколько тяжел и уж чрезвычайно громоздок для тех случаев, когда требуется мощность значительно ниже 300 kVA. Лишь в самое последнее время разработаны и пущены в производство испытательный трансформатор на те же 300 kV, но мощностью 100 kVA, в несколько раз меньший по весу, чем указанный выше.

Разработана также конструкция трансформатора на 500 kV для

соединения в каскад на 1 и 1,5 млн. В.

Измерительные трансформаторы. Вплоть до 1935 г. завод выпускал трансформаторы напряжения до 35 kV, не внося в них существенных изменений. По конструкции своей они напоминали старый тип Сименса-Шуккерта, а по классу точности — нечто среднее между классами 0,5 и 1. Начиная с 1933 г., стали выпускаться трансформаторы напряжения на 110 и 154 kV по конструкции ГЭС бакового типа. С конца 1935 г. сделан в этой области решительный сдвиг. Разработана новая серия на напряжения 0,380—35 kV, значительно облегченная, удовлетворяющая согласно утвержденному стандарту при номинальных мощностях не ниже, чем в старой серии, классу точности 0,5 и более высоким испытательным напряжениям.

На 220 kV выпускаются трансформаторы напряжения каскадной конструкции в фарфоровом кожухе.

В ближайшее время будут переведены на каскадную конструкцию, облегчающую вес в 2,5—3 раза, и трансформаторы напряжения на 110 и 154 kV.

Ближайшие задачи. В итоге десятилетней деятельности Московского трансформаторного завода советское трансформаторостроение стало по всем основным показателям на уровне заграничной техники.

Если мы несколько отстали в области испытательных трансформаторов и трансформаторов силовых с регулированием напряжения под нагрузкой, то необходимо все же сказать, что отставание это выражается главным образом в недостаточном развертывании строительства этой аппаратуры. Технически же они нами освоены принципиальных технических трудностей как в осуществлении регулирования под нагрузкой, так и в построении высоковольтных испытательных трансформаторов мы и встречаем.

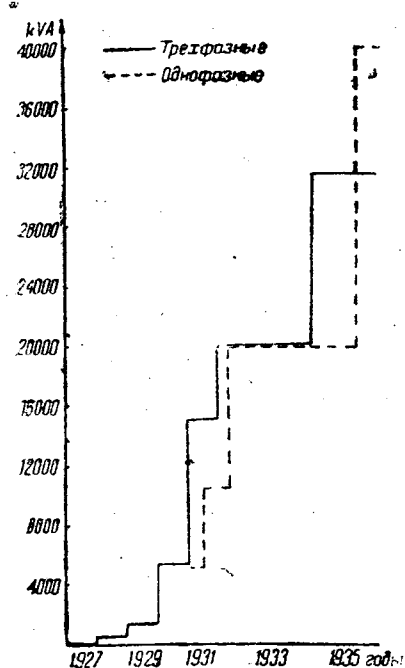


Рис. 7. Кривая роста мощности единицы в кВА за период 1927—1937 гг.

Значительной степени сравнительно слабый рост вы-
пуска регулируемых под нагрузкой трансформаторов
объясняется недостаточностью производственной базы, не
предусмотренной для этой цели в 1928—1929 гг., когда
на границе эта область трансформаторостроения толь-
ко начала развиваться.

Одной из ближайших задач в связи с предстоящей ре-
конструкцией трансформаторного завода является все-
мерное расширение применения регулирующей под на-
грузкой аппаратуры для трансформаторов различных
мощностей и напряжений и в первую очередь — в уп-
рошенной конструкции для мелких сельскохозяйственных
трансформаторов.

В вопросе о целесообразности применения нерезонирую-
щих высоковольтных трансформаторов и их решитель-
ного преимущества перед нормальными трансформатора-
ми с изоляцией соответственно распределенной вдоль
обмотки полной ясности еще нет. В Америке их строит
только фирма GEC. Трансформаторным заводом разрабо-
таны две конструкции нерезонирующего типа: одна по
системе GEC, а другая, советская по системе шунтирую-
щих емкостей.

Ближайшей задачей завода является выпустить из про-
изводства два таких трансформатора мощностью 26 MVA
для Днепровской гидроэлектрической станции (Дгэс)
им. Ленина, опыт эксплуатации которых наряду с веду-
щейся ВЭИ и заводом исследовательской работой внесет
определенность в указанный вопрос.

Наконец, самой важной и вполне реальной задачей яв-
ляется построение в ближайшие годы трансформаторов
на напряжение порядка 400 кВ.

Принимая во внимание, что сети этого напряжения
подобно тому, как и все 220-кВ линии Союза, будут
иметь, вероятно, заземленную нейтраль, что имеющиеся
уже теперь некоторые данные указывают на отсутствие
необходимости изменения самого конструктивного прин-
ципа трансформаторов при переходе на напряжение
380—400 кВ, можно считать эту задачу для трансформа-
торного завода технически разрешимой.

Совместно с ВЭИ завод уже теперь ведет проектиро-
вание такого трансформатора. Для возможности же по-
строения подобных трансформаторов необходимы
дальнейшая экспериментальная работа по получению выс-
шего качества изоляционных материалов и значительное
расширение лабораторной базы.

Гидрогенераторы зонтичного типа

Р. Я. Абс

Завод „Электросила“ им. Кирова

В последнее десятилетие получили широкое
распространение гидрогенераторы так называ-
емого зонтичного типа. В Америке общая уста-
новленная мощность генераторов такого типа
считается миллионами киловатт. Значительные
мощности установлены также в Канаде. Техни-
ческие и экономические преимущества быстро
добывают дорогу этому типу генератора также
в других частях света (Англия, Новая Зеландия).
В связи с широким разворотом строительства
гидростанций у нас в Союзе вопрос внедрения
генераторов зонтичного типа и использования
тех преимуществ, которые дает данный тип,
приобретает большую важность.

Как известно, зонтичный тип характеризуется
расположением подпятника на нижней кресто-
вине под ротором генератора в отличие от под-
весного типа, у которого подпятник располагается
на верхней крестовине над ротором (рис. 1).

У подвесного типа нормально имеются два
направляющих вкладыша, из которых один рас-
положен в верхней крестовине, а второй в ниж-
ней.

Зонтичный тип нормально имеет один направ-
ляющий вкладыш, расположенный в нижней
крестовине. Для придания системе большей
устойчивости, спицы ротора генератора зонтич-

ного типа весьма часто изгибаются вниз (рис. 2)
для приближения центра тяжести обода и полю-
сов к линии центра направляющего подшипника.
Ротор получает в таком случае вид, напоминаю-
щий зонтик, чем и объясняется название типа.

Первые построенные вертикальные гидрогене-
раторы (конец прошлого столетия) по взаимному
расположению элементов сильно напоминают
современные зонтичные генераторы. Может
показаться странным, что конструкторская мысль
через 30 лет вернулась к ранее оставленной кон-
структивной схеме.

В первое время, когда мощности в единице
были еще незначительны и подпятники счита-
лись элементом турбины, легкости доступа
к подпятнику для обслуживания и ремонта не
было уделено достаточно внимания. С ростом
мощности в единице и вертикальных нагрузок на
пятку, а также с накоплением опыта эксплуатации
подпятников были осознаны трудности и неудоб-
ства, связанные с малой доступностью подпят-
ника. Положение усложнилось также малым со-
вершенством подпятников того времени. Даль-
нейшим развитием конструкций поэтому было
перенесение подпятника на верх генератора на
его верхнюю крестовину.

Конструкция подпятников с течением времени

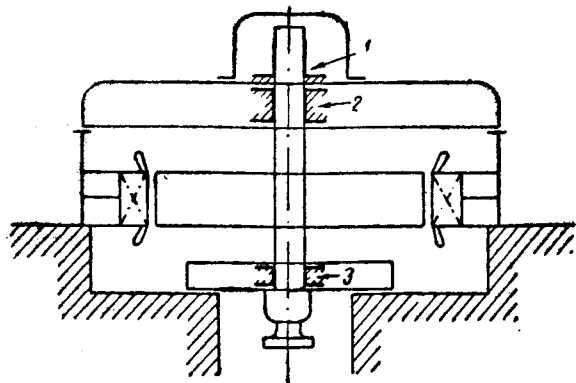


Рис. 1а.

1 — подпятник, 2 — верхний направляющий вкладыш,
3 — нижний направляющий вкладыш

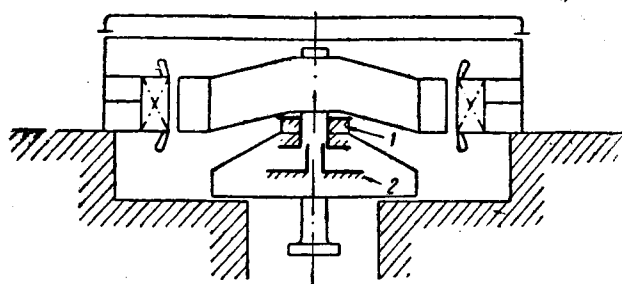


Рис. 1б.

1 — направляющий вкладыш, 2 — подпятник

претерпевает весьма существенные изменения, пока не приходит к исчерпывающему решению с использованием свойств клинообразного масляного слоя (современные типы подпятников Джи, Кингсбери и т. д.).

При продолжающемся росте мощностей в единице и вертикальных нагрузок на пяту расположение подпятника на верхней крестовине вызывает ряд затруднений ввиду получающихся чрезмерных размеров и веса самой верхней крестовины. В силу этого появляются современные

зонтичные генераторы с весьма целесообразным со всех точек зрения расположением подпятника на нижней крестовине. Верхняя крестовина в некоторых случаях упраздняется совсем, в некоторых случаях остается как легкое перекрытие опоры возбuditелей.

Легкость обслуживания и ремонта пяты сохраняется. К тому же это все значительно более легко выполнимо, так как сами подпятники становятся несравненно более совершенными, чем они были в конце прошлого и начале этого столетия.

Наша гидроэнергетика не может пока похвастаться большим числом установленных гидрогенераторов зонтичного типа, но весьма отрадно, что в этом деле намечается определенный перелом. Первые гидрогенераторы зонтичного типа в СССР были изготовлены на заводе «Электросила» им. Кирова в 1934 г. для Бурджарской ГЭС. Генераторы этой небольшой мощности 4000 кВА, 214 об/мин были пущены в начале 1936 г. (2 генератора). В 1936 г. был изготовлен еще целый ряд гидрогенераторов зонтичного типа. Из них генераторы для Ивановской ГЭС являются уже весьма крупными машинами своего типа. Опыт изготовления, монтажа и пуска все этих машин полностью подтверждает все предположения и расчеты относительно преимуществ зонтичного типа. В данный момент на заводе «Электросила» им. Кирова находится в стадии изготовления ряд генераторов зонтичного типа (Чирчик — 27 000 кВА, 150 об/мин., Рыбинск — 68 750 кВА, 62,5 об/мин), из которых рыбинские генераторы по своим диаметрам ($D_{рот} \approx 12 000$ мм) и нагрузке на пяту ($P \approx 2000$ т) превосходят все имеющиеся.

Наиболее интересные зонтичные гидрогенераторы, построенные в последнее время (или находящиеся в постройке):

а) Гидрогенераторы для станций Волпевицкой и Дат на р. Колумбия в США. Генераторы имеют номинальную мощность 48 000 кВА при 75 об/мин, напряжение 13 800 В, $\cos \varphi = 0,9$. Генераторы при-

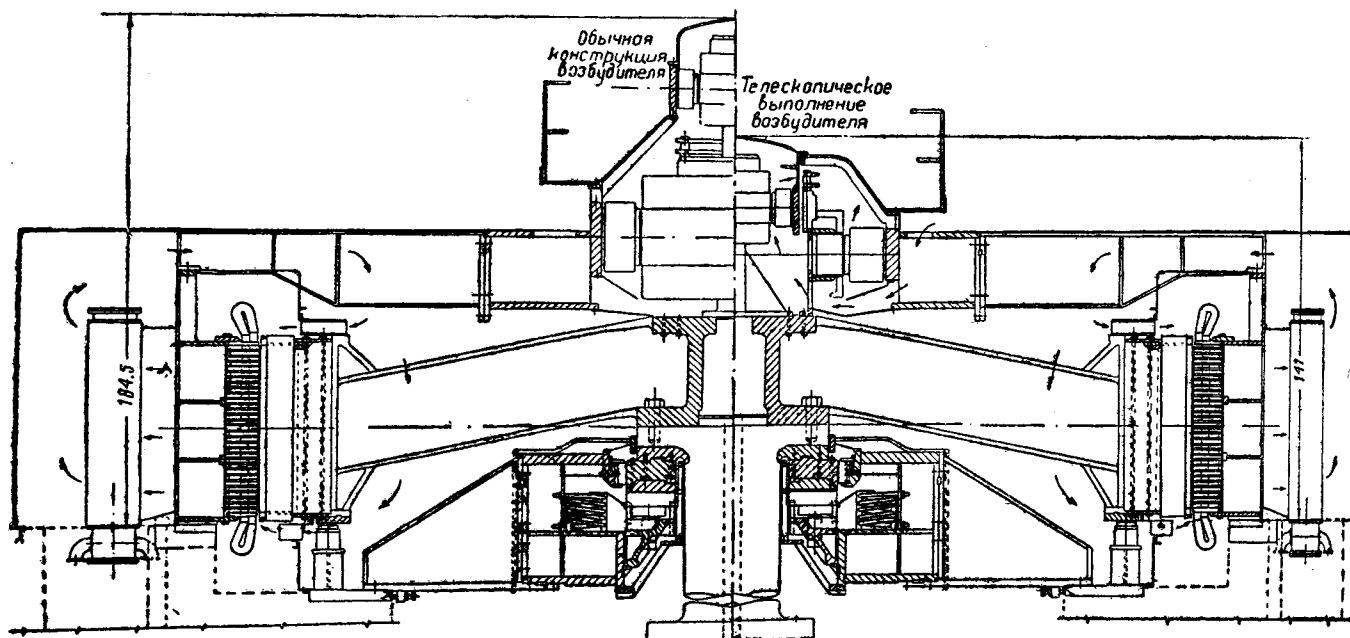


Рис. 2

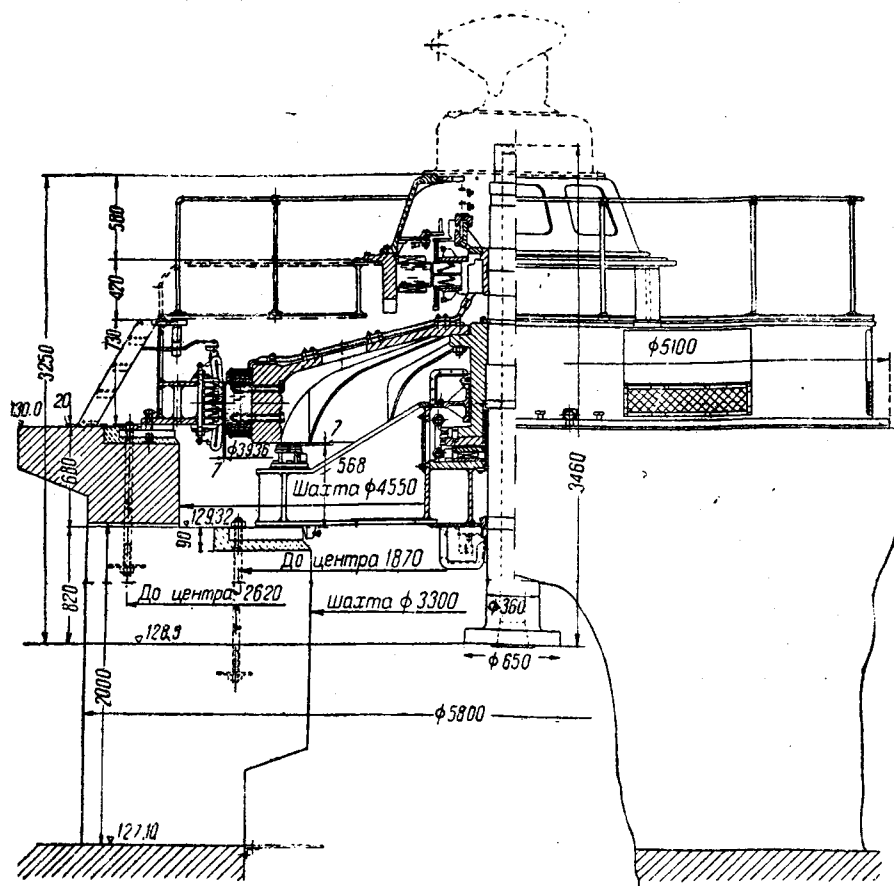


Рис. 4. Данные генератора: мощность — 1700 kVA, напряжение 6600 V, 125 об/мин, $\cos \varphi = 0,8$

Опускание ротора в статор производится без вала. Подпятник пружинного типа расположен несколько ниже направляющего вкладыша. Давление на пяту около 80 t. Генераторы изготовлены заводом «Электросила» им. Кирова.

Разрез генератора см. на рис. 4.

ж) Гидрогенераторы для Tongland Power Station в Англии мощностью 11000 kW, 214 об/мин,

11000 V, $\cos \varphi = 0,8$. Генераторы имеют один направляющий вкладыш. Фирма-изготовитель — The English Electric Co. Роторная звезда литая. Спицы роторной звезды имеют изогнутую форму. Разрез генератора дан на рис. 5.

з) Гидрогенераторы для станции Arapuni в Новой Зеландии. Мощность 24000 kVA, 214 об/мин, 11000 V. Генераторы имеют пружинный сегментный подпятник, сильно напоминающий подпятника типа ASEA. Единственный направляющий вкладыш расположен в нижней крестовине. Звезда ротора литая. Спицы ротора имеют сильно изогнутый вид. Генераторы изготовлены английской фирмой Metro-Vickers.

Последние два типа генератора интересны тем, что они являются машинами весьма большой мощности при сравнительно высоком числе оборотов. Это показывает стремление применять зонтичный тип при более высоком числе оборотов, чем это считалось возможным до сих пор.

Из генераторов, находящихся в изготовлении, наибольший интерес, безусловно, представляют генераторы Рыбинской гЭС мощностью 68750 kVA, 62,5 об/мин 13200 В. Генераторы запроектированы зонтичного типа. Пята на нагрузку 2000 расположена в нижней крестовине. По мощности пяты и по диаметру ротора генераторы эти будут самыми крупными в мире. Вес ротора около 500 t. Монтаж ротора производится без вала. Общий вес генератора около 1000 t. Генераторы изготовляются заводом «Электросила» им. Кирова. Ниже приводится таблица наиболее крупных

Таблица 1

№ п/п	Название установки	kVA в единице	n об/мин	E V	D _{рот} mm	Вес ротора t	Завод-изготовитель
1	Spier Falls	47 000	81,8	13 800	~ 9 500	~ 245	GEC
2	Central Main Power Co	26 667	138,5	13 800	~ 5 900	—	GEC
3	Arter	56 250	120	13 800	~ 7 700	~ 230	GEC
4	Rock Island	16 667	100	13 800	~ 7 200	~ 106	GEC
5	Safe Harbour	31 111	109	13 800	~ 7 400	~ 190	GEC & W
6	Ruskin	44 000	120	13 800	—	—	CW
7	Osage	27 500	112,5	13 800	~ 7 000	—	W
8	Saluda	40 625	138,5	13 800	—	—	W
9	Norris Dam	56 000	112,5	13 800	8 450	220	W
10	Beauharnois	48 500	75	13 200	10 300	296	Oerlicon
11	Rapid Blance	36 000	109	11 000	—	—	CW
12	Bonneville Dam	48 000	75	13 800	10 400	—	GEC
13	Wheeler Dam	36 000	85,7	13 800	~ 9 150	—	GEC
14	Иваньково	18 000	100	10 500	7 500	167	«Электросила»
15	Fifteen Mile Falls	39 000	138,5	13 800	—	—	W
16	Arapuni	24 000	214	11 000	5 400	—	MV
17	Marony	25 000	81,8	13 800	—	—	W

Сокращение названий:

GEC — General Electric Co

MV — Metro-Vickers

W — Westinghouse

CW — Canadian Westinghouse

Вологодская областная универсальная научная библиотека

мичных гидрогенераторов, установленных в разных странах (табл. 1).

Таблица эта далеко не полная, но все же она дает некоторое представление о крупных мощностях зонтичных генераторов и в большом количестве станций, оборудованных генераторами этого типа.

Особенности зонтичного типа. Основные особенности зонтичного типа следующие:

- а) сокращение размеров грузонесущей крестовины и лага и как следствие сокращение габаритов самого генератора;
- б) сокращение весов (стоимости);
- в) опускание ротора в статор без вала;
- г) уменьшенное количество вкладышей;
- д) конструктивно-производственные особенности (облегчающие изготовление и транспорт).

Сокращение размеров и веса грузонесущей крестовины получается за счет значительного уменьшения пролета при перемещении этой крестовины под ротор, так как диаметр шахты под генератором (который в таком случае определяет пролет этой крестовины) всегда значительно меньше диаметра корпуса статора, задающего пролет верхней грузонесущей крестовины.

Одним из основных преимуществ зонтичного типа является возможность монтажа (опускание в статор) ротора генератора отдельно от вала. Это дает возможность значительно сократить макси-

мальную высоту подъема крана, вследствие чего сокращается высота расположения подкрановых путей и высота здания.

Сокращение потребной высоты подъема при больших машинах может достигать до 5 м и больше. Ввиду раздельного опускания ротора и вала мощность кранового оборудования также несколько сокращается (до 100 т при крупных единицах).

Отсутствие верхнего вкладыша и подпятника над ротором-статором и маслопровода к ним само по себе представляет преимущество, так как при подвесном типе, несмотря на все совершенство современных маслоуплотнительных систем, все же на практике время от времени в про-

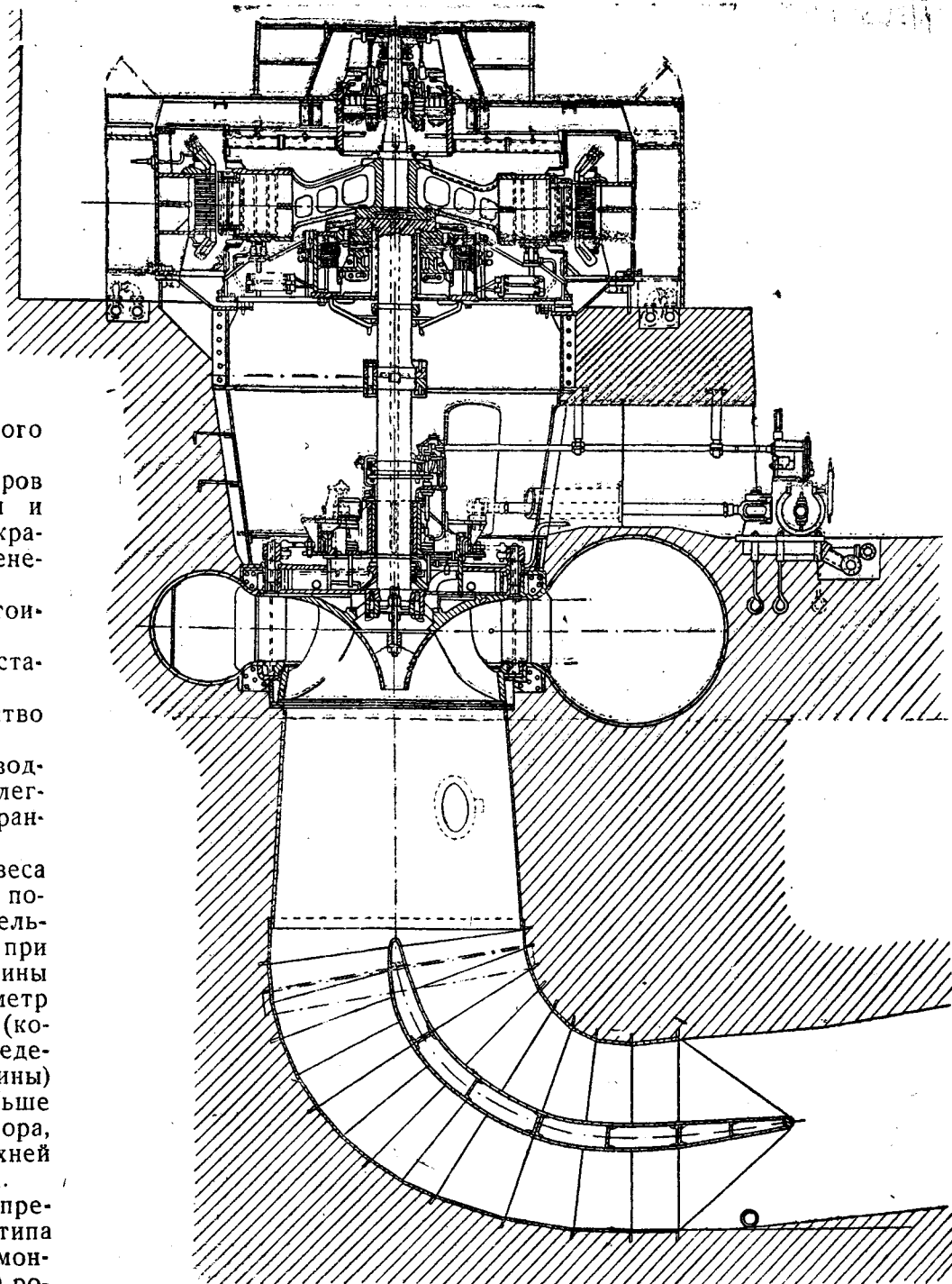


Рис. 5

цессе эксплуатации происходит перелив масла на обмотки ротора и статора. Сокращение мест наблюдения (отпадает наблюдение за маслом над ротором) также является положительным фактом, которым пренебрегать не следует¹.

Все это неоднократно проверено и подтверждено также американской практикой. Для иллюстрации ниже приводятся габарит и основные весовые показатели генератора 68750 kVA, 62,5 об/мин, запроектированного в двух вариантах (рис. 6). Из сравнения этих вариантов видно,

¹ Эти вопросы более подробно рассмотрены в статье автора в «Вестнике электропромышленности», декабрь 1935.

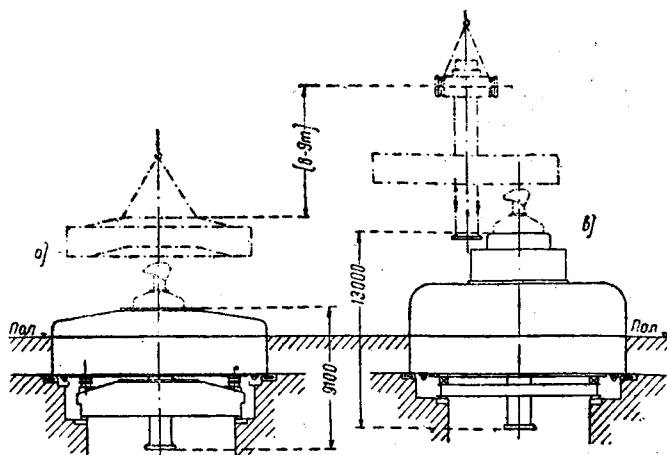


Рис. 6

a — зонтное исполнение, общий вес — 1000 т, вес ротора (без вала и втулки) — 470 т, *b* — подвесное исполнение, общий вес — 1150 т, вес ротора с валом — 570 т

что зонтный тип имеет меньшую высоту почти на 4 м. Высота точки подвеса ротора при подъеме сокращается почти на 8—9 м. Общий вес генератора сокращается на ~150 т, и вес ротора для подъема краном на ~100 т.

Могут быть высказаны сомнения относительно возможности спокойной работы зонтного типа генератора с одним вкладышем, расположенным под ротором в силу якобы малой устойчивости верхнего консольного конца вала. Насколько эти возражения несущественны, можно усмотреть из рис. 7, где показан для примера эскиз вращающихся частей турбины и генератора с указанием расположения вкладышей (эскиз сделан в масштабе для случая того же генератора 68 750 kVA, 62,5 об/мин).

Существенным является максимальное приближение центра тяжести ротора к линии центра вкладыша.

Ввиду того что валы турбины и генератора соединяются жестко, можно рассматривать вращающиеся части турбины и генератора как одно целое. Очевидно, что основным критерием

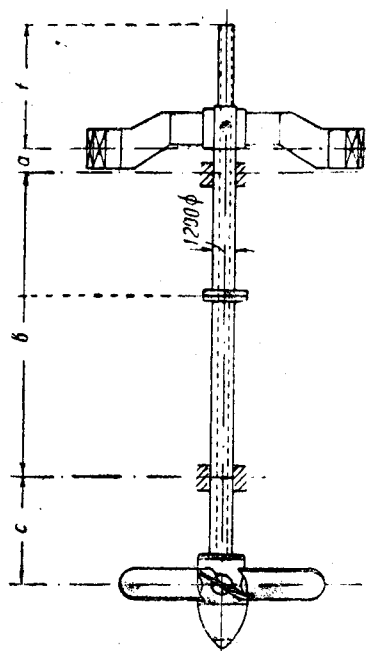


Рис. 7

спокойной работы такого агрегата можно считать величину *a*, т. е. расстояние от центра тяжести ротора до линий центра вкладыша при правильно выбранных величинах *b*, *c* и диаметре вала (рис. 7).

Как видно из эскиза рис. 7, величина *a* для случая этого генератора настолько незначительна (меньше одного диаметра вала), что практически нет никаких оснований опасаться вибраций верхней консольной части. Детали, находящиеся выше ротора генератора (вспомогательный генератор и возбуждатель), никакой роли не играют вследствие своего малого веса по сравнению с ротором генератора.

Однако в последнее время фирмой GEC выпущено несколько крупных единиц зонтного типа с двумя направляющими вкладышами (Bonneville Dam, Wheeler Dam). Ранее же эта фирма изготовила большое количество зонтных генераторов крупных мощностей с одним вкладышем. Такой переход на два вкладыша фирмой GEC можно объяснить тем, что эта фирма, судя по ряду выполненных ею машин с одним направляющим вкладышем, пренебрегала значением сокращения расстояния от центра тяжести ротора до линий центра вкладыша *a*, делая это, очевидно, из нежелания идти на изогнутые спицы ротора, которые нормально этой фирмой выполняются сварными². Фирма Westinghouse, которая продолжает выпускать генераторы зонтного типа с одним направляющим вкладышем, нормально выполняет спицы ротора изогнутой формы из стального литья и, как правило, имеет значительно меньшее значение величины *a* во всех своих машинах, чем фирма GEC.

В табл. 2 приведены некоторые интересные в этом отношении величины для ряда машин различных заводов. Ряд величин в нижеприведенной таблице не может считаться абсолютно точным и отмечен знаком приближенности. Точность этих цифр, однако, вполне достаточна для настоящего сравнения.

Таблица 2

№ п/п	Название установки	kVA в единице	<i>n</i> об/мин	Диаметр вала, мм	<i>a</i> мм	<i>f</i> мм	Число вкладышей	Завод-изготовитель
1	Spier Falls . .	47 000	81,8	914	1020	~3740	1	GEC
2	Ariel	56 250	120	860	~1417	~3300	1	GEC
3	Rock Island . .	16 667	100	762	~1450	~2600	1	GEC
4	Safe Harbour . .	31 111	109	762	~1400	~3120	1	GEC
5	Safe Harbour . .	31 111	109	762	~400	~4500	1	W
6	Osage	27 500	112,5	673	~250	~1100	1	W
7	Norris Dam . .	56 000	112,5	840	~445	~2500	1	W
8	Wheeler Dam . .	36 000	85,7	865	~1580	~4440	2	GEC
9	Bonneville Dam . .	48 000	75	1016	~2300	~4450	2	GEC
10	Иваньково . .	18 000	100	750	650	3200	1	„Электросила“ им. Кирова
11	Карамышево . .	1 700	125	—	0	—	1	English
12	Tongland P. st.	13 700	214	456	360	2600	1	Electr. Co
13	Arapuni New Zealand . .	24 000	214	520	0	3600	1	MV

² Изогнутые сварные спицы по сравнению с прямыми ходят несколько дороже, что, однако, окупается преимуществами, связанными с отсутствием верхнего вкладыша.

Из анализа величин табл. 2 видно, что величина a у генераторов фирмы GEC значительно больше, чем эта же величина для генератора завода «Электросила» (Иваньково) и ряда генераторов фирмы Westinghouse. Необходимо отметить, что спицы ротора Иваньковского генератора успешно сварены заводом «Электросила» из листового железа и имеют изогнутую форму (рис. 8).

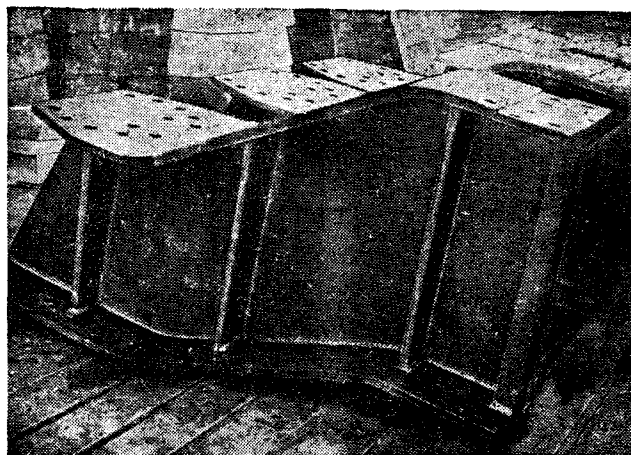


Рис. 8

Вибрация (бой) верхнего конца вала за пределами ротора, а также и самого ротора может происходить и по другим причинам, как-то: недостаточно хорошая центровка — проверка подпятника, небаланс в роторе, недопустимо большая неравномерность зазора и т. д. Но все эти недостатки одинаково недопустимы и в генераторах подвешенного типа, и поэтому при зонтичном типе можно только требовать, чтобы они были устранены в такой же мере, как это нормально требуется для удовлетворительной работы генератора подвешенного типа.

При соблюдении этого условия и при достаточно малой величине a генератор зонтичного типа вместе с турбиной, имея вращающиеся части на двух вкладышах вместо трех при подвешенном типе, будет работать, безусловно, спокойнее, чем генератор подвешенного типа или даже зонтичный генератор с двумя вкладышами.

Вторым возражением против зонтичного типа иногда еще приводится то обстоятельство, что подпятник при зонтичном типе расположен под ротором и поэтому при разборке не может быть обслужен краном машинного зала. Это возражение тоже не является сколько-нибудь серьезным, так как опыт эксплуатации современных подпятников показывает, что разбирать подпятник на практике в процессе нормальной работы требуется значительно реже, чем это обыкновенно предполагается. Кроме того, все генераторы зонтичного типа нормально снабжаются специальными приспособлениями, делающими операцию выема подпятника если не проще и легче, чем краном при подвешенном типе, то по крайней мере такой же легкой. Если же учесть, что при этом не требуется разбирать возбuditели и контактные кольца, то зонтичный тип с точки зрения разборки подпятника нужно признать более удобным.

Из всего приведенного ясно, что зонтичный тип дает экономию металла и места на самом генераторе. Умелое использование особенностей зонтичного типа при проектировании здания станции может дать экономию также на размерах и стоимости самого здания и подъемно-транспортных сооружений. Зонтичный тип обладает, кроме того, еще целым рядом преимуществ как с точки зрения производственного изготовления и сборки на месте, так и с точки зрения транспорта отдельных деталей на место монтажа и эксплуатации, что было рассмотрено выше.

Особо резко все эти моменты сказываются при выполнении весьма мощных генераторов для низконапорных установок. На базе изучения нашего собственного опыта в этой области, а также опыта Америки можно утверждать, что все наши низконапорные установки и большинство средненапорных должны быть оборудованы генераторами зонтичного типа. При диаметрах генератора, даю-

щих диаметр ротора в 7000 мм и выше, зонтичный тип дает, совершенно бесспорно, лучшее решение при всех возможных скоростях вращения. При меньших диаметрах зонтичный тип также может быть с выгодой применен для целого ряда случаев при оборотах ниже 150 об/мин. Точно установить вперед пределы применимости зонтичного типа трудно ввиду особых требований поставщика турбины и строительства (разгонное число оборотов, маховой момент, давление на пятах, размеры турбинной шахты и т. д.)⁸.

Наиболее совершенной на сегодня приходится признать конструктивную схему с одним направляющим вкладышем сегментного типа, причем вкладыш этот должен быть максимально приближен к плоскости, в которой расположен центр тяжести ротора. Такая конструктивная схема, принятая в Америке фирмой Westinghouse, принята также фирмой Metro-Vickers в Англии и The English Electric Co. По такой же конструктивной схеме выполнены генераторы Иваньковского завода «Электросила». Интерес представляет заключение руководства американской гидростанции Saluda, эксплуатирующей зонтичного типа гидрогенераторы без вкладыша над ротором в течение 6¹/₂ лет.

В заключение указывается:

1. За 6¹/₂ лет работы не обнаружено каких-либо ненормальных вибраций верхнего конца вала.
2. Доступ к подпятнику и направляющему подпятнику не вызывает трудностей.
3. Опыт работы с генераторами другого типа (подвешенного), имеющими подпятник и направляющий вкладыш над ротором, показал, что невозможно предотвратить попадание масла на изоляцию обмоток генератора.
4. Применение зонтичного типа дало возможность получить экономию на стоимости здания станций ввиду сокращения высоты на самом генераторе.

Заключение это очень интересно еще потому, что генераторы станций Saluda, имея мощность 40 625 kVA в единице при 138,5 об/мин, являются генераторами весьма большой мощности и сравнительно быстроходными.

⁸ A. C. Clogher в статье «Hydro electric Practice in The United States», Trans. ASME, vol. 59, Febr. 1937 считает возможным применение зонтичного типа до скоростей вращения 200—300 об/мин.

Литература

1. А. Е. Алексеев, Современные электрические генераторы для гидроэлектрических станций, ВЭП № 8, стр. 327 и № 9, стр. 317, 1931.
2. А. Е. Алексеев, Вентиляция современных гидрогенераторов вертикального исполнения, ВЭП № 4, стр. 157, 1932.
3. Р. Абе, Применение зонтичного типа генераторов на гидростанциях, ВЭП, декабрь 1935.
4. H. B. Grandall, Umbrella Type Generators Reduce Hydro Plant Costs, Power, Sept. 8 1931.
5. M. W. Smith, Development in the Umbrella Type Water-wheel Generators, The El. Journal, June 1929.
6. A. P. Campbell, J. P. Garvin, A. W. Reed, N. D. Urquhart, Saluda Development is Rich in New Engineering Features, The El. Journal, May 1931.

7. A. P. Newberry, George C. Sears, The Rock Island Hydroelectric Development, El. Eng., Sept. 1932.
8. E. Jaeger, Drehstrom Generator für das Kraftwerk Beauharnois (Canada), Bull. Oerlikon № 148/149, Okt.-Nov. 1933.
9. N. B. Higgins, Safe harbour Project, Trans. AIEE March 1933.
10. C. C. Dodge, The Osage Hydro Electric Development, The El. Journal, Febr. 1932.
11. A. C. Clogher and W. S. Merrill, Ariel Hydro Development, Electrical World, March 5, 1932.
12. Generators for Norris Dam., The El. Journal, June 1933.
13. Roger Col and H. R. Stewart, Fifteen Mile Falls Station, The El. Journal, p. 139, March 1931.
14. A. C. Clogher, Hydroelectric Practice in the United States, Trans. ASME, vol. 59, Febr. 1937.

БИБЛИОГРАФИЯ

НОВЫЕ КНИГИ

Англо-немецко-французско-русский словарь радиотехнической терминологии. Сост. А. С. Литвиненко. Под ред. проф. В. И. Важенова. М., Главн. ред. технических энциклопедий и словарей, 1937, 539 стр. Ц. 25 руб., перепл. 2 руб.

В словаре представлена современная английская, немецкая и французская радиотехническая терминология в системе русской терминологии.

В словарь включены также основные термины по математике, акустике, оптике, преобразованию и распространению токов по проводам.

Вопросы теории переменных токов. Под ред. проф. А. Е. Каплянского. Л., Связьтехиздат, 1937, 76 стр. с черт. (Электротехнический институт связи в Ленинграде). Ц. 5 руб.

В сборник вошли доклады: А. Е. Каплянский «Векторы мощности в теории переменных токов»; С. Г. Гинзбург «Энергетические соотношения при резонансе токов»; Л. Д. Гольдштейн «Собственные колебания цепных схем»; В. В. Романовский «Определение гармоник намагничивающего тока по характеристике железа» и др.

ГЛАЗУНОВ А. А., проф. и МЕЛЬНИКОВ Н. А., инж. Расчет замкнутых городских электрических сетей. М.—Л., Главн. ред. энергетической лит-ры, 1937, 64 стр. с чертеж. Ц. 1 р. 50 к.

После анализа классических методов расчета электрических сетей авторы приходят к выводу о громоздкости этих расчетов и неприемлемости их поэтому в практической работе. В книге предложен приближенный метод

расчета, дающий вполне приемлемую для практических целей точность и позволяющий вести расчеты сложных замкнутых сетей на моделях сетей, действующих на постоянном токе.

НЕЙКИРХЕН И. Угольные щетки и причины непостоянства условий коммутации машин постоянного тока. Перевод с немецк. М.—Л., Главн. ред. энергетической лит-ры, 1937, 183 стр. с иллюстр. Ц. 2 р. 75 к.

Нормы выработки на работы по строительству автоблокировки и электрической централизации. М., Трансжелдориздат, 1937, 128 стр. (НКПС СССР. Центр. управл. сигнализации и связи, Сборник № 1). Беспл.

Нормы разработаны трестом Трансигнальсвязьстрой и утверждены НКПС приказом от 22/V 1937 г. за № 138/а.

РАДИН О. И. Электрооборудование устройств по механизации на железнодорожном транспорте. М. Трансжелдориздат, 1937, 132 стр., с иллюстр. Ц. 2 р. 65 к.

Справочник по технике безопасности на электромонтажных работах. Под ред. инж. П. П. Подольского М.—Л., Главн. ред. энергетической лит-ры, 1937, 220 стр. с иллюстр. (Электромонтаж). Ц. 3 р. 35 к.

Систематизирован материал по технике безопасности. В главе I приведены случаи поражения электрическим током. В главе II — классификация установок с точки зрения опасности прикосновения к токоведущим частям. В III и IV главах описаны общие меры безопасности при производстве электромонтажных работ и инструкции по отдельным видам их. Приведены извлечения из различных постановлений по технике безопасности.

Содержание

	Стр.
Вейц В. И. — Электрификация народного хозяйства СССР. (Итоги и задачи)	1
Петров Г. Н. — Советский инженер-электрик должен быть лучшим в мире	13
Губер Я. М. и Иванов П. Н. — Электропромышленность СССР к двадцатилетию Октября	18
Щуров С. В. — Электрификация сельского хозяйства СССР	29
Золотарев Т. Л. и Караулов Н. А. — Гидроэнергетика СССР	34
Шницер Л. М. — Трансформаторостроение в СССР	44
Абе Р. Я. — Гидрогенераторы зонтичного типа	49
Рисунок на обложке — Репродукция из журнала „СССР на стройке“ № 6, 1936 г.	

ЕЛЬ: ОНТИ

эский редактор А. П. Александрова
дакцией М. Г. Башкова

Ответственный редактор Я. А. КЛИМОВИЦКИЙ

ИЗД. в № 6. 21/X 1937 г. Подп. к печ. 7/XII 1937 г. Стат. форм. 226 × 293 Печ. л. 71 $\frac{1}{2}$ + 1 вкл. У. а. л. 9,1. Печ. зн. в л. 78 800
полн. Главл. Б—31126. 1-я Журнальная тип. ОНТИ НКТП СССР. Москва, Денисовский пер., 30. Зак. 2241 Тираж—9743.

Хромоникелевые нагревательные проволоки и ленты



1783—1933

для температур от 1000°—1100° для всевозможных.

индустриальных печей: калильных, закалочных и
отжигательных печей, кузнечных горнов, сушильных печей и
алюминий-плавильных печей а также для

нагревательных и кипятильных приборов,
сильно нагруженных реостатов, высокоомных сопротивлений
для радио (сопротивление проволок до 5500 Ω на м) и т. д.

SÖDINGSTAHLWERKE

— J. C. Söding & Halbach — Hagen in Westfalen

АМПЕРМЕТР FERRANTI КЛЕЩЕВОГО ТИПА

Клещевой амперметр **Ferranti** быстро и надежно измеряет силу тока в цепи путем одного только обхвата провода. Один и тот же прибор регистрирует силу тока в двух пределах измерения. Ток в изолированном сердечнике кабеля выравнивается самостоятельно. Зажимные щетки рассчитаны на кабели до 2-х дюймов диаметром. Быстрое затухание колебаний. Обслуживание состоит в простом движении руки. Вес нетто 2 $\frac{1}{8}$ англ. фунта.



Переключение с одного предела измерения на другой производится простым поворотом этого переключателя

Обыкновенный предел измерения: от 0-7.5 амп. до 0-1000 амп.

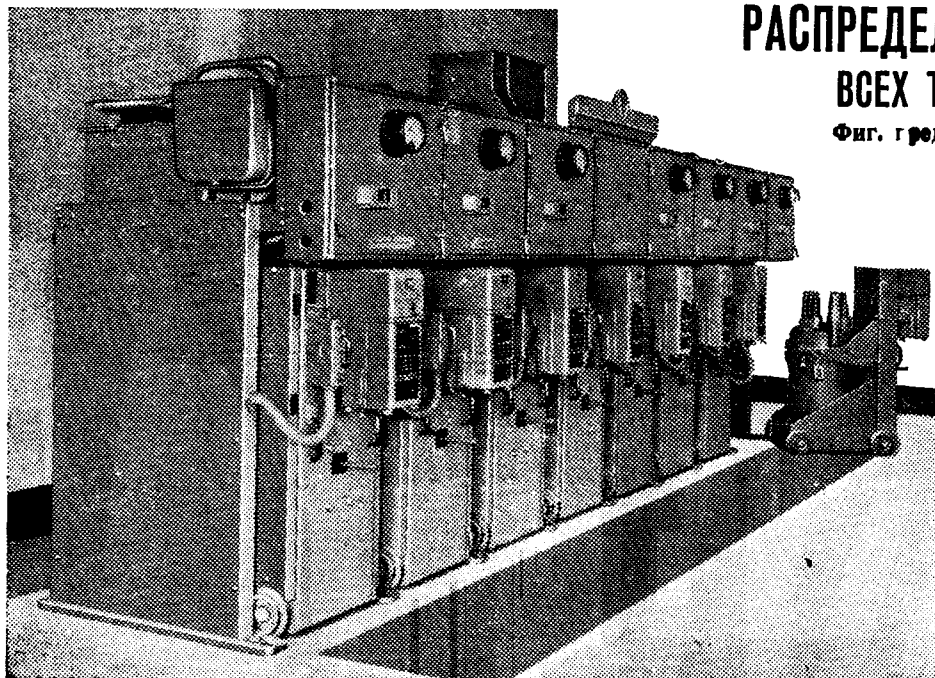
Двойной предел измерения: от 0-10-50 амп. до 0-100-1000 амп.

FERRANTI LTD., Hollinwood, LANCASHIRE, Англия
Бюро в Лондоне: Bush House, Aldwych, W.C.2.

5.1.22b

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ВСЕХ ТИПОВ ДО 220 КВ И 2500 МВА

Фиг. 1 представляет одну из наших специальностей



Установки, построенные по принципу бронирования с вертикальным разведением и круглыми масляниками.

Экономнее чем любой другой тип
высокая разрывная мощность
безопасность
прочность
компактность
не требует особого помещения
легкодоступность
легкий уход
быстрая установка
пыленепроницаемость
легкое расширение

FERGUSON, PAULIN LTD.
MANCHESTER • ENGLAND

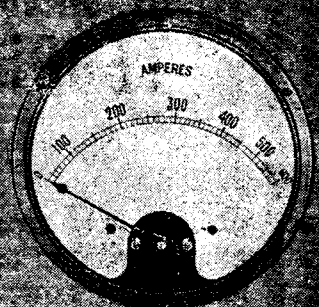
Если Вы еще незнакомы с нашими изделиями, мы вышлем печатный материал по первому требованию.

Отдельные единицы для моторов и комплектные установки для электрич. станций и индустрии.

Измерительная и защитная аппаратура

Счетчики

Реле



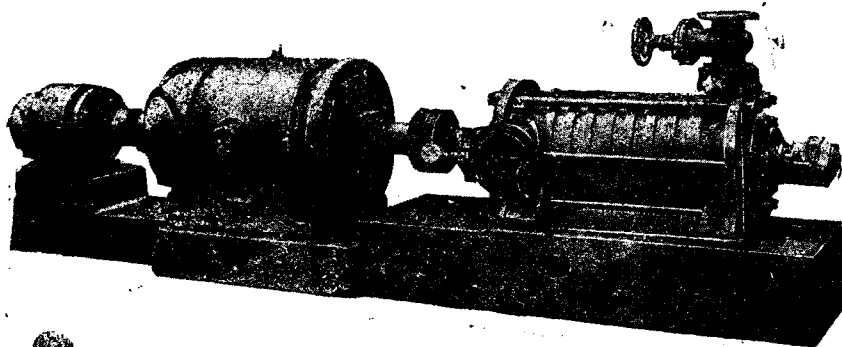
для переменного
и прямого тока



МЕТРОПОЛИТЭН
Виккерс
ЭЛЕКТР. АКЦИОН.

A. C. E. C.

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi
CHARLEROI (БЕЛЬГИЯ)



ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ
для всяческих целей

Любой производительности - Любого давления - Любой мощности

МНОГОЧИСЛЕННЫЕ РЕФЕРЕНЦИИ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ "TEDDINGTON"

Мы предлагаем для холодильной промышлен. целый ряд приборов и арматур новейшей конструкции и проверенной на опыте эффективности, отвечающих всем требованиям этой отрасли промышленности. Полный каталог охотно высылаем нами по первому требованию.

ДЛЯ

Электрическая емкость :
Переменный ток — 10 амп.
Постоянный ток — 2 амп.
до 250 вольт.

Новый и усовершенствованный контрольный прибор, применяемый в домашних установках для горячей воды и содержащий биметаллический элемент с выключателем, помещенным в изысканной коробке из бакелита. Этот прибор выполняет требования, предъявляемые к термостату малых размеров с переменной длиной стержня до 610 мм. и специально приспособлен для домашнего пользования. Пределы регулирования : 38°—94° Ц., 65°—120° Ц. 94°—204° Ц.



электрических водонагревательных приборов любой системы, как коммерческого типа, так и для домашнего обихода. Термостат "Teddington" осуществляет контроль температуры наиболее совершенным способом.

ПОГРУЖАЕМЫЙ ТЕРМОСТАТ ТИПА "Н.Т."

Термически действующий электрический выключатель для высокого ампеража, переменного и постоянного тока, спроектированный для автоматич. контроля температуры в электрических водонагревательных устройствах, радиаторах и всяких других установках, где требуется контроль температуры жидкостей.

Предел регулирования :
от 38°—204° Ц., от 60°—82° Ц.
Дифференциал : $\pm 3^\circ$ Ц.

Стандартные приборы :
Перем. или пост. ток 20 амп. до 250 вольт
Вес : около 900 гр.



The British Thermostat Co. Ltd.

SUNBURY-ON-THAMES
MIDDLESEX - Англия

Megger

Megger
ELECTRICAL INSTRUMENTS
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ
"МЕГГЕР"

Фабриканты ряда приборов для испытания изоляции проводов составили на русск. языке полный список изготовленных ими аппаратов.

Требуйте по нижеуказанному адресу бесплатной присылки списка № R. 178.

ENGLAND

EVERSHED & VIGNOLES, LTD. CHISWICK LONDON

Преимущества

сменных сопротивлений манометра WG (см. предыдущие и последующие объявления) заключаются:

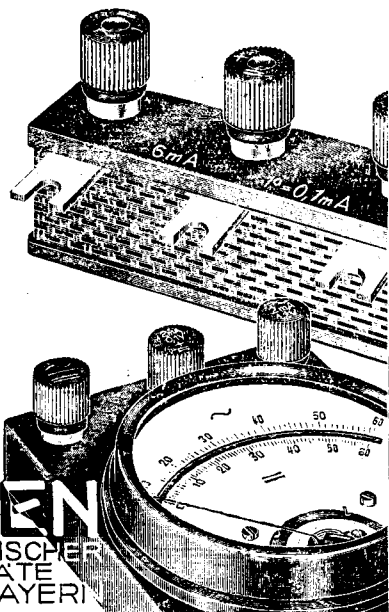
в соответствии
электрических
единиц,

возможности любого
подразделения
шкалы,

удобстве и простоте
починки,

достижении макси-
мальной точности
измерения и

низкой цене



GOSSEN
FABRIK ELEKTRISCHER
MESSGERÄTE
ERLANGEN-BAYERN

„ИЗОЛА“

изоляционные материалы для электротехники

Изделия „мика“

Фибры пропитанные бакелитом

Пропитанное сукно, пропитанный шелк

Изолировочная бумага

Пропитанные ткани

Пропитанный азбест

Изоляционные лаки

Изолированная проволока:

эмалированная проволока,

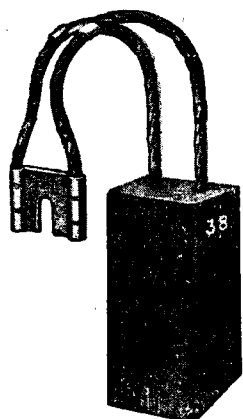
изолирующая лента,

азбеститовая проволока

Изолирующие трубки (не на тканной
основе)

Schweizerische Isola-Werke
Breitenbach (Швейцария)

6736

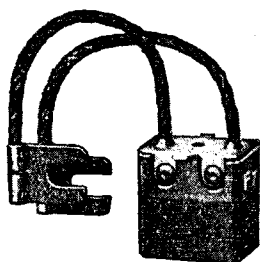
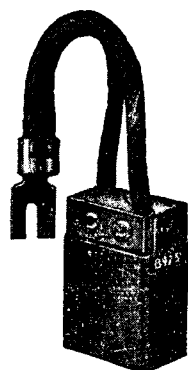
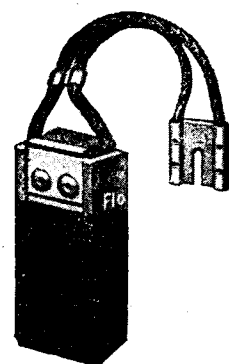


SCHUNK & EBE

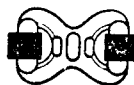
GIESSEN (Германия)

Фабрика угольных щеток и щеткодержателей

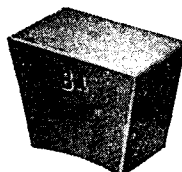
Мы являемся между прочим постоянным постав-
щиком всех сортов и качеств изображенных в
настоящем объявлении угольных щеток для
советских промышленных предприятий



Наша фабричная марка



гарантия высокого качества



JOHNSON & PHILLIPS, Ltd.

**ELECTRICAL ENGINEERS & CABLE MAKERS
CHARLTON LONDON**

**Джонсон и Филлипс, Лимитед
ЛОНДОН, АНГЛИЯ**

○ ○ ○

Заводы ДЖОНСОН и ФИЛЛИПС предоставляют Вам воспользоваться их более чем 60-тилетней промышленной практикой, а также высококачественным выполнением, признанным инженерами всего мира

КАБЕЛИ вплоть до 33.000 вольт

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ДОСКИ

Специальность: распределительные
доски для индустрии

Т Р А Н С Ф О Р М А Т О Р Ы

СТАТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ
для увеличения активности электрич. силы

**ВОЗДУШНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
ПРОВОДКА** и материалы для нее

ИНСТРУМЕНТЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ

ПОСЫЛАЙТЕ НАМ ВАШИ ЗАПРОСЫ!

Выписка зарубежных товаров может последовать лишь на основании действующих в СССР правил о монополии внешней торговли.