

ВОЛОГОДСКАЯ  
ОБЛАСТНАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
Вологда, Вокроханье



# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

21

Вологодская областная универсальная научная библиотека

[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)



# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГОД ИЗДАНИЯ 58-й

21  
1937  
НОЯБРЬ

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 почтamt, почтовый ящик № 648

**Сталинская Конституция СССР — итог борьбы и победы  
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 Октябрьской революции Владимир Ильин Ленин в своих трудах теоретически разработал концепцию электрификации как техники, адекватной социалистическому хозяйству. Непосредственно после революции, в 1918 г., когда страна шла в огне гражданской войны, Ленин обращался 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 обращение особого внимания на электрификацию промышленности и транспорта и применение электричества к земледелию. Использование первоклассных сортов топлива (торф, уголь худших сортов) для получения электрической энергии с наименьшими затратами на добычу и перевозку горючего»<sup>1</sup>.

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 руково-

дством 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 Ставрина 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 Сталиным<sup>2</sup>.

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 техно-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 Баку<sup>3</sup>.

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

<sup>2</sup> В. И. Ленин, Об электрификации. Партизрат ЦК ВКП(б), 1936.

<sup>3</sup> 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.

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

Донбасс представлял собой подлинно яркий образец крайне отсталого электрохозяйства. 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 atm) и ручной топке. Основной тип котла — жаротрубный. Максимальные температуры перегрева 300—350°; максимальный съем пара из лучших нефтяных установках — 30 kg/m<sup>2</sup>, угольных — 25 kg/m<sup>2</sup>; максимальная поверхность нагрева котла<sup>4</sup> — 300—400 m<sup>2</sup>; максимальный к. п. д. котлов — 65—70%. Двигательный аппарат по своему составу на  $\frac{3}{4}$  состоял из наименее экономичного класса двигателей — поршневых паровых машин.

Предельная мощность турбогенератора на электротрепцентралях составляла 5000 kW<sup>5</sup>. 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 к. п. д. наиболее мощных «районных» электростанций в 1913 г. — 10,7%<sup>6</sup>.

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 precedentов 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 энерговооружения, полученное революцией, оказалось в поглавляющей 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

<sup>4</sup> К октябрю 1917 г. максимальная поверхность нагрева котла достигла 750 m<sup>2</sup> (на станции б. «О-ва 1886 г.»).

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

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

5 млрд. kWh, т. е. около  $\frac{1}{4}$  электробаланса национального 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 15% от 1913 г.

Вот с этого «уровня» советской стране пришло начать восстановление и реконструкцию на новых началах электроэнергетической базы национального 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. энерговооружение 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 национального хозяйства.

Динамику и достигнутый уровень в энерговооружении национального хозяйства показывают основные данные по силовому аппарату и энерговооружению 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 национального хозяйства . . . . .	16 217	27 048	59 720

Мощность всех электростанций должна достичь 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 энерговооружения 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  
Энерговооружение СССР (1913—1937 гг.)

Годы	Суммарная электрическая мощность страны (на конец года)		Суммарный электробаланс страны	
	в тыс. kW	в % к 1913 г.	в 10 <sup>8</sup> 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	171,6	5 007	258,0
1929	2 296	209,0	6 224	329,0
1930	2 876	262,1	8 363	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
(головой 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. Германия 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			
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 пользова- ния %
СССР	6,2	13,5	26,3	32,8	—
США	а 97,4	83,2	99,4	113,4	75—80
Германия	30,7	23,5	36,7**	41,8**	—
Англия***	а 10,4	12,3	17,6	20,2	75—80
Канада	а 18,0	16,0	23,4	25,5	95
Япония	а 13,3	16,0	22,3*	24,2	90
Франция	а 14,4	13,6	15,8*	16,2	90
Италия	а 9,8	10,2	13,1	—	95

а—электростанции общего пользования.

\* Оценка или предварительные данные.

\*\* Включая Саар.

\*\*\* Без ж.-д. электростанций. 1929 и 1932 гг. с 1/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, Electrizitätswirtschaft и др.).

В табл. 4 приведены сравнительные данные о масштабах производства электроэнергии в СССР и в капиталистических странах<sup>7</sup>.

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-

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

тробаланса должен составить около 7 с лишним миллиардов kWh. И, в частности, московская электросистема, 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 составит 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 резервов<sup>8</sup> должна быть одной из основных, центральных в третьем пятилетнем плане народного хозяйства. Ее быстрое и эффективное решение повсевременно 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.

Электрооборужение труда за 1926—1936 гг. возросло на 283% при росте энергооборуженности труда на 143%.

<sup>8</sup> 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 <sup>6</sup> 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 <sup>6</sup> kWh	%	1·10 <sup>6</sup> kWh	%	1·10 <sup>6</sup> kWh	%	1·10 <sup>6</sup> kWh	%	1·10 <sup>6</sup> kWh	%	1·10 <sup>6</sup> 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	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 человека-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 электрифика- ции рабочих машин (потенци- альный)
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 Befreiungszählung (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 деревообрабатывающая промышленность.

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 электробалансе<sup>9</sup>.

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 станционных методов работы.

Особо следует отметить один из существенных новых факторов электрификации советской промышленности — внедрение электролитического и электротермического процесса производства, с чем связан новый этап в электрификации производственного 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 заточенном 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-

<sup>9</sup> Одной из причин отставания в деле реконструкции электропривода рабочих машин и технического прогресса в этой области является существующая у нас недопустимая разобщенность заводов, гла-ко, 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 деревоэнергетического уровня.

В суммарном энергобалансе сельского хозяйства в 1928 г. по ориентировочным подсчетам на долю механических двигателей — по мощности — было 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 энергобалансе 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, ионы, прилегающие к системе Днепрогэс, дает образцы относительно широкой электрификации сельского хозяйства.

Изменилась за годы первой и второй пятилетки социальная характеристика баланса потребления электроэнергии в сельском хозяйстве, отражая свое 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 энергобаланса сельского хозяйства.

Суммарный энергобаланс сельского хозяйства в последние 10 лет возрос с 30 млн. kWh до 100 млн. kWh. При этом необходимо подчеркнуть интенсивный рост коэффициента централизации энергобаланса и моторной нагрузки сельского хозяйства. Еще в 1928 г. из суммарной мощности сельскохозяйственных установок около 1000 kW на долю подстанций районных сетей было 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 предысторией 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 (эксплоатационная 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. kWh<sup>10</sup>. Подсчеты показывают, что эксплуатация электрических ж. д. дала в 1934 г. экономию 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 тяге<sup>11</sup>.

Однако задание второго пятилетнего плана не

<sup>10</sup> В том числе потребление энергии на собственно электрическую тягу повысилось за эти годы с 4,8 млн. до 255 млн. kWh.

<sup>11</sup> Подробные расчеты сделаны инж. Б. Г. Широкороговым.

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

Рост материального и культурного уровня трудающихся 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 изменилось 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		
	довоенный год (1913 или 1914)	1935 г.	в % к до-военному году		довоенный год (1913 или 1914)	1935 г.	в % к до-военному 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 kWh<sup>12</sup>. 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, электробытовые приборы). В Англии этот удельный показатель составлял в 1935 г. 105 kWh, в 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 трудающихся 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 техно-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 электрооружия 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 эксплоатации.

<sup>12</sup> 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).

\*\*

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

Централизация и концентрация перирующих 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, долю станций, работающих на районную сеть, же 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 полноценно 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 %	
	стаций централизованного электроснабжения	всех электростанций
Московская . . . . .	20,0	16,1
Ленинградская . . . . .	10,9	3,8
Донбассовская . . . . .	16,7	13,4
Уральская . . . . .	10,3	8,3
Прилнепровье . . . . .	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 Европе<sup>13</sup> 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. kWh<sup>14</sup>.

Первые места среди электросистем мира по масштабу производства электроэнергии занимают гидроэлектросистемы: Ниагарская в США (водной 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 выше 1 млрд. kWh в год в централизованном электрохозяйстве страны в % . . . . .	79,6	45,9	56,0
То же электросистем с производительностью выше 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 выше 1 и выше 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 кВ 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 кВ. 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.

<sup>14</sup> 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, кВ	1913 г.	1927 г.	1937 г.
22 <sup>а</sup> б	200	550 26,2	—
38 <sup>а</sup> б	120 37,5	791 39,0	6925 44,8
60 <sup>а</sup> б	—	75 * 3,7	6,9 0,4
110 <sup>а</sup> б	—	623 31,1	7565 49,9
160 <sup>а</sup> б	—	—	438 2,8
220 <sup>а</sup> б	—	—	475 3,1
Всего <sup>а</sup> б	320 100	2044 100	15472 100

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

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

\* 75 км на напряжением 70 кВ (станция им. Классона, 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.)»<sup>15</sup>.

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 теплофикационное снабжение развернуто в новых и в ряде старых городов (новые города — при Горьковском автомобильном заводе, 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 metallургической, машиностроительной, химической, бумажной, текстильной, пищевой и других отраслей советской промышленности работают на централизованном теплоснабжении.

С развитием теплофикации, со строительством теплоэлектроцентралей непосредственно связанные 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 теплофикаций, 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**

Гидроэлектроцентралы, как и теплоэлектроцентралы, 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-

<sup>15</sup> «ВКП(б) в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК», ч. II, стр. 715, Партизат, М., 1933.

иские расчеты гидростроительства и его эффективности.

1936 г. мощность работающих гидростанций являла около 1 млн. kW, а находящихся в по-  
дготовке и в расширении (18) — около 1,7 млн. kW. Работающими было произведено в 1936 г. до 4 млрд. kWh против 400 млн. kWh в 1930 г., эквивалентно примерно 2,5 млн. t условного угля, необходимого для годового производства количества энергии на современных тепло-электростанциях (при этом следует иметь в виду, что гидростанции размещены в районах гидрофицидным топливным балансом). Но и то 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 являются гидроэнергетическим ресурсом СССР. Удельный вес гидроэлектрической энергии в электробалансе США составляет около 35%, в Германии — 17,2%, во Франции — около 48%, при этом 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 уступает мощности гидростанций Германии и даже в 1,6 раз мощности гидростанций Франции. Исключительно актуальной является задача форсирования строительства гидростанций, вышение их удельного веса в мощности и в электробалансе страны.

Всемерное использование низкокалорийных местных топлив. Комплексное использование топливных ресурсов гидрохозяйственная 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 обобщают данные табл. 11.

Место двух статей — высокосортного дальневосточного угля и нефти, — которые только в русских станциях, современный электробаланс централизованного электрохозяйства уже не чем на  $\frac{4}{5}$  строится на местных энергобазах. В современном электробалансе районных станций основными статьями являются уголь — кусковой и фрезерный, антрацитовый, подмосковная угольная мелочь, челябинские и кизеловские угли Урала, сибирские угли, яная энергия. Уже освоены и работают крупнейшие электростанции у местных топливных баз, которые из них являются рекордными в мировой электроэнергетике.

Должно понятно, что в борьбе за достигнутый уровень освоения местных топлив (например, советской электроэнергетике) пришлось решить такие технические и техно-экономические проблемы, которые в подобных масштабах

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 (кусковой 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.

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 освоен 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 энергомашино- 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 свои первые ощущительные результаты повысило использование 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 двадцатипятилетия 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 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, принесшая 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)*

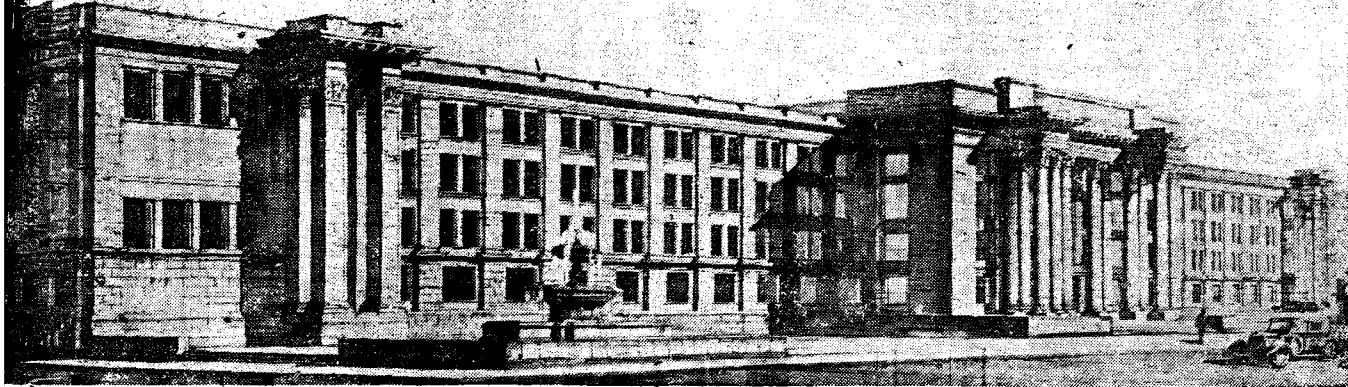


Рис. 1. Главный корпус строящегося нового здания МЭИ (проект)

## Советский инженер-электрик должен быть лучшим в мире

Г. Н. Петров

Московский энергетический институт им. Молотова

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

Высшее электротехническое образование было залито очень слабо. Только в Петербурге имелась специальная высшая электротехническая школа, в остальных же технических школах подготовка инженеров-электриков производилась, между прочим, обычно на базе механических факультетов.

Хотя передовая часть технической интелигенции того времени и сознавала необходимость широкого распространения высшего электротехнического образования, однако, в условиях царского режима эта идея не находила практического осуществления. Только с 1917 г., когда Великая Октябрьская Социалистическая революция развяла 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 периодом перед ней, были огромны. Товарищ Ленин писал:

... Мы знаем, что коммунистического общества нельзя построить, если не возродить промышленности и земледелия, 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., XV, 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; немногочисленные студенты, которые посещали институт, в перерывах между лекциями старались отогреть себе руки, окоченевшие 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 профессуру на группы, поддерживающие молодую советскую власть, и группы, настороженно и 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 давления контрреволюционных сил, переходила к строительству собственной социалистической

Таблица

Курс	Лекции	Упражн.	Проек-тиров.	Лабор.	Всего	
					лекции	упражн.
I	45,8	30,6	—	23,6	45,8	54,3
II	43,4	38,2	2,6	15,8	43,4	56,6
III	44,4	30,6	7	18	44,4	55,1
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 имелась 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 форме 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 ГЭИ 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.

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 стабилизовался 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 (теплосиловой и гидросиловой уклоны), 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 эксплоатационные 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 нагруженность студента в неделю составляет 36 час. занятий в училище; более 50%

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

Так закончился период первоначальной организации Московского энергетического института им. 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 московского 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,енная 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 трудающихся». (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, выпускавшегося вузом, 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 «партийчики», студенты «профтычики», испытанные в революционных боях члены партий, настойчивые и крепкие большевики. Они были направлены для обучения 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 вузов. 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 вузов, устойчивого учебника; оно указывало, что излишняя дробность специализации привела к тому, что вузы 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 создался 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 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 золоотстойника 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 многомоторного 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 тиатронов — инж. Бабкин.

14. Исследование нерезонирующих трансформаторов — инж. Липковский.

15. Устройства 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.

мени все же удалось достичнуть ряда положительных результатов как в организации учебной работы, так и в политко-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 землях 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	391
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 оборудования.

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-

физическая, химическая, электротехническая, электроматериаловедения, светотехники, паровакуумной техники, радиотехники, автоматики и телемеханики, фото-кинолаборатория, лаборатория материалов, военные кабинеты.

Площадь этого здания около 25 000 м<sup>2</sup>. Вид здания с фасада показан на рис. 1). Электротехнический корпус имеет полезную площадь 8500 м<sup>2</sup>. В этом корпусе сосредоточены лаборатории: электромашинная, высокого напряжения, электрической тяги, электрических станций сетей, электрических аппаратов, электрификации промышленных предприятий и ртутных прямителей. Теплотехнический корпус имеет полезную площадь в 6800 м<sup>2</sup>, в нем сосредоточены лаборатории паровых двигателей, котельных установок, фабрично-заводской теплотехники, теплофизики, основ теплотехники, гидравлики, газ 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, электротехника).

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

4. Теплотехнической (паровые двигатели, котлы, теплоизолированные 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 общенациональной 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 общенациональных 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 общенациональных 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 общенациональным 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 **ВОЛОГОДСКАЯ**

**ЦЕНТРАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА**  
Вологда, Возрождения,

# Электропромышленность СССР к двадцатилетию Октября

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

**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 заграничных 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 полусборочных 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) изготавлял 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 изготавливались. Не было поставлено высоковольтного аппаратостроения, а равно и производства высоковольтных изоляторов. Не выпускались и крупные трансформаторы.

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

Еще более кустарно было производство осветительной арматуры. Совсем не изготавлялось 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 настройку хозяйственно-отсталой России действительно реальной и единственно возможной при нынешних условиях техническо-производственной базы», с исчерпывающей четкостью определил то

ное место, которое должно занять электричество в экономике страны, идущей к социализму. «Единственной возможной экономической основой социализма является крупная машинная промышленность. 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»<sup>1</sup>.

Осуществление плана ГОЭЛРО требовало создания в кратчайший срок технической базы электрификации в виде собственного широко развитого 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, изготавливавшего 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: турбогенераторостроение, 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 железнодорожных дорог для промышленного и городского транспорта.

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

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

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

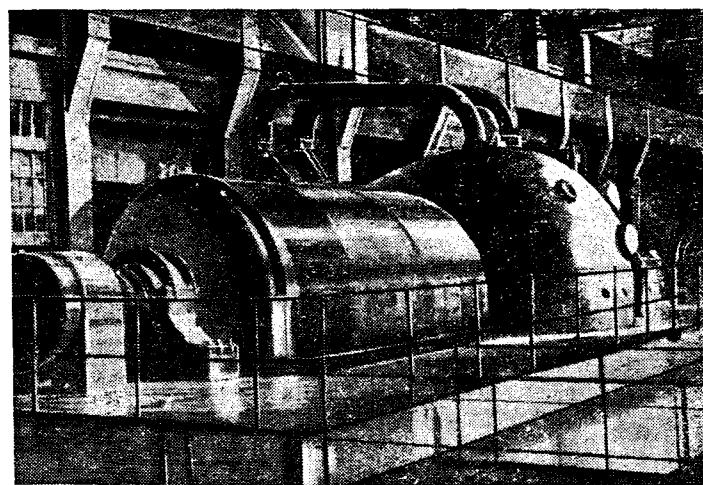


Рис. 1. Турбогенератор мощностью 58 800 кВА, 10 500 В, 1500 об/мин производства Харьковского турбогенераторного завода на Зуевской электростанции

пусах предприятия резиновой промышленности «Проводник» электрозвод вырос в крупнейший электротехнический комбинат, с полутора миллиардным 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.

<sup>1</sup> 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 нерешиенным, целый ряд участков, имеющих первостепенное народнохозяйственное значение, все еще отстает от уровня предъявляемых к ним требований.

Перед электропромышленностью со всей острой 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 зажимах машины;

100 000 kW — 2,3 kg на 1 kW мощности на зажимах 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 т. Несмотря на трудности, завод «Электросила» своевременно изготовил и установил эти гидрогенераторы, которые по своим эксплуатационно-экономическим показа-

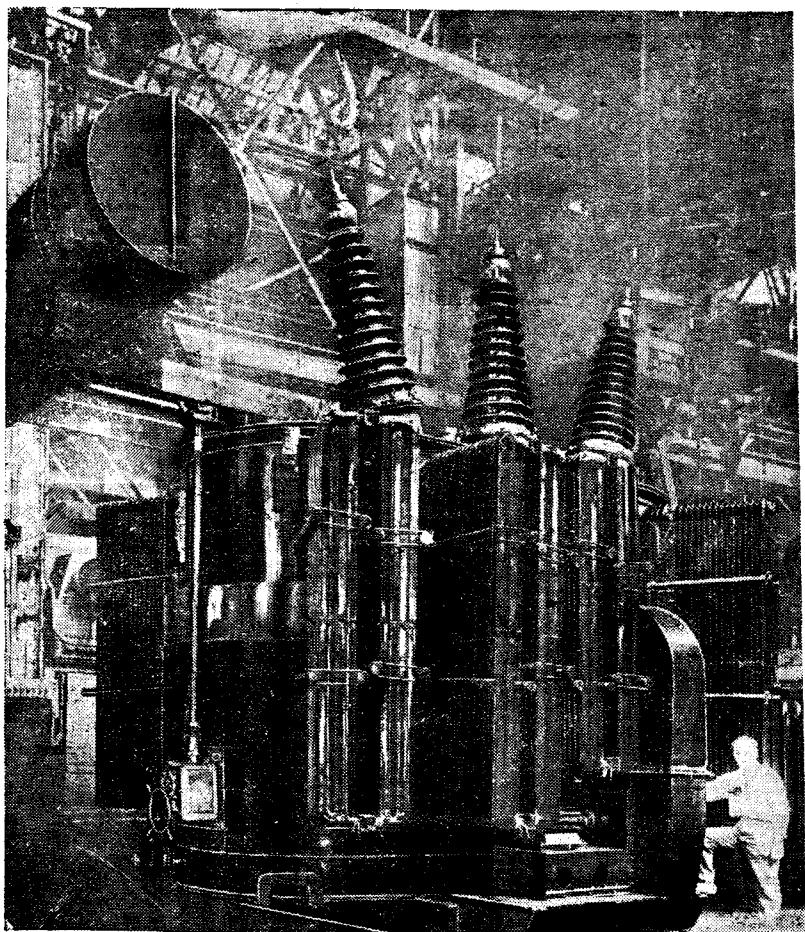


Рис. 2. Трехфазный двухбомотовый трансформатор мощностью 15 000 kVA на напряжение 154 кВ

гиям оказались выше своих соседей по станции — шведских гидрогенераторов той же мощности поставки фирмы ACEA.

Следующими этапами в развитии гидрогенераторостроения были свирские генераторы по 10000 kVA, 11 000/12 100 V, 75 об/мин, днепровские

трансформаторы изготавливались (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.

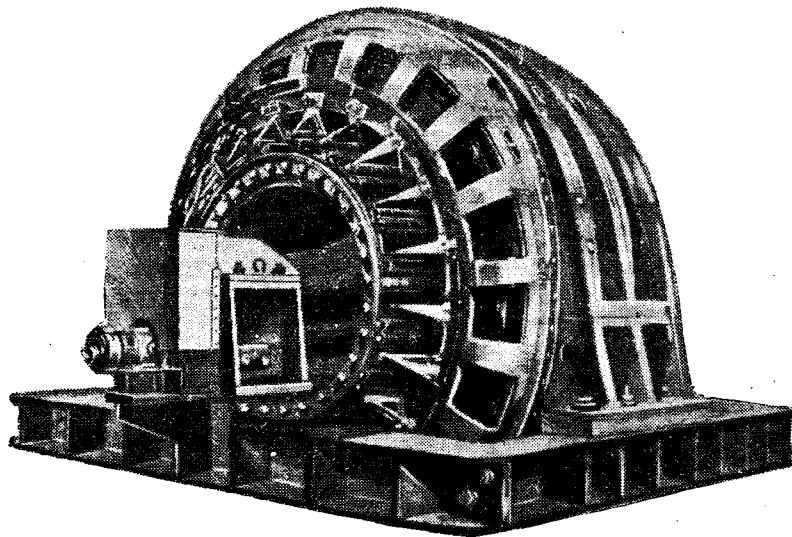


Рис. 3. Мотор типа МП-607 мощностью 2500 л. с., 40/80 об/мин, 700 V, построенный Харьковским электромеханическим заводом им. Сталина для среднелистового стана Запорожстали

генераторы мощностью по 77 500 kVA, 13 800 V, 88,2 об/мин, свирские второй очереди 40000 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 типа<sup>2</sup>, 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 Ульбастрая 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.

**Трансформаторостроение<sup>3</sup>.** 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 высокомощных вплоть до двухобмоточных трансформаторов напряжением 220/121 (Донэнерго-Зуевка) и 220/154 kV (Днепр-Донбасс) мощностью 40000 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 отключенном от сети трансформаторе. Переключение со стороны низшего напряжения производится под нагрузкой и имеет целью регулировать напряжение обмотки высшего напряжения.

<sup>2</sup> См. ниже статью инженера завода «Электросила» Р. Абеля.

<sup>3</sup> Подробнее см. ниже статью инженера Московского трансформаторного завода Л. М. Шницера.

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, явившийся 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

зaproектированы 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 привода 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», изготавливший 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, измененную вентиляцию и короткозамкнутое исполнение взамен фазного.

В 1929 г. ХЭТЗ приступил к внедрению новой серии асинхронных двигателей типа Т с фазным ротором мощностью от 6,8 до 100 kW взамен типа Д конструкции фирмы AEG 1901 г. По своим техническим и экономическим 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 изготавливались 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», изготавляющие в настоящее время эти машины по конструкции ХЭТЗ серии ГН.

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).

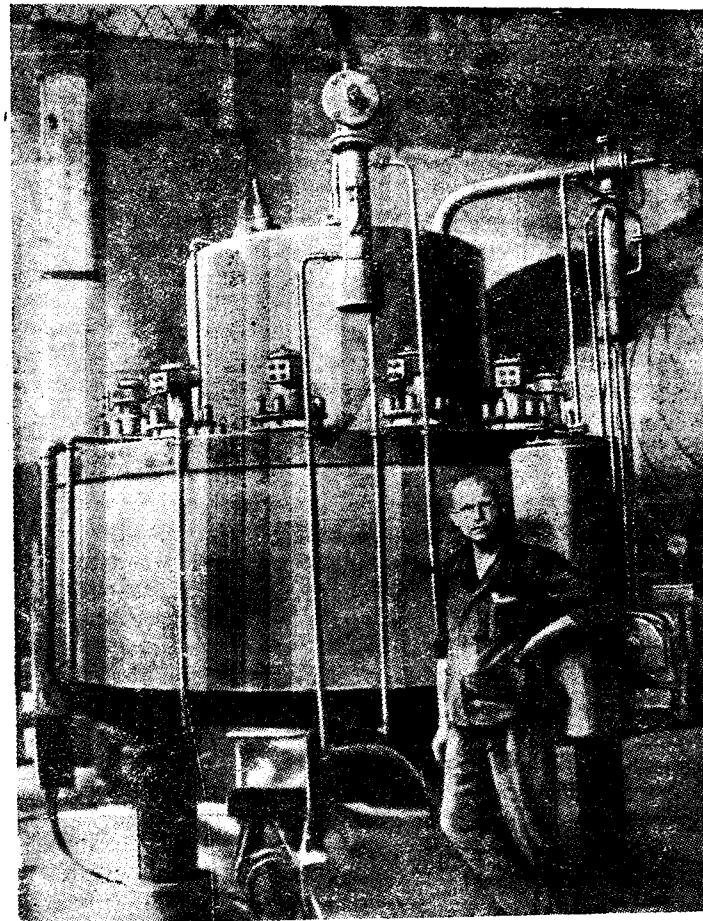


Рис. 5. Ртутный выпрямитель типа РВ-70

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) пендель динамомашины (ХЭТЗ).

Сравнение технико-экономических показателей запроектированных единых серий 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 фирмой 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 единими 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, 6300 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 одного асинхронного двигателя 8000 л. с. и извика.

6 двигателей постоянного тока на 3500 л. с. 175/400 об/мин для привода чистовых клетей в рячей 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 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 изготавливаются 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 т руды, кокса и известняка в сутки.

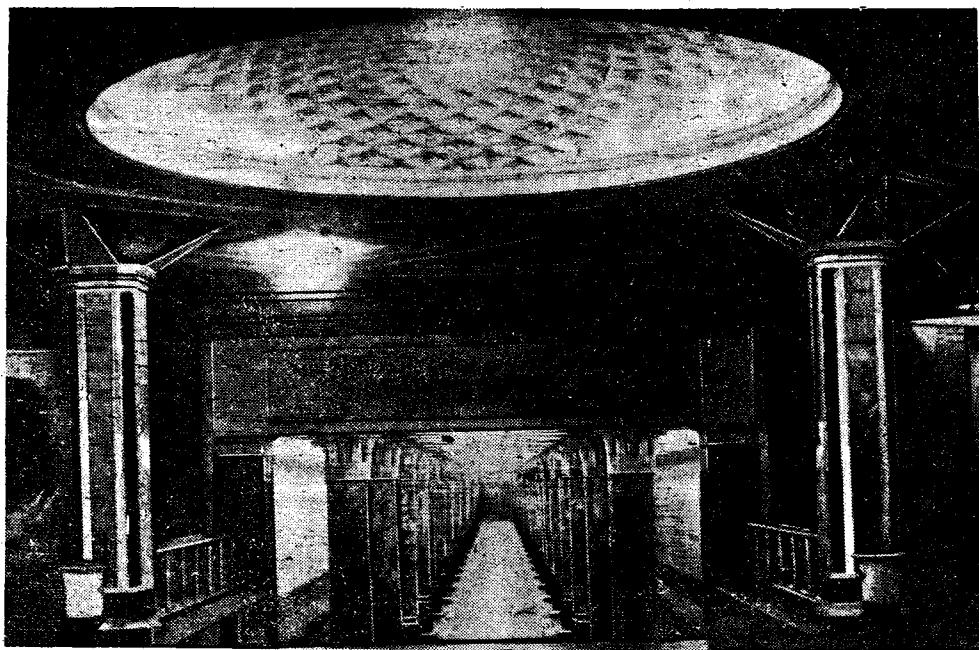


Рис. 6. Освещение авансала Киевской подстанции метро

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

Первый экземпляр автоматического управления загрузкой доменной печи был выпущен в 1933 г. на Сталинского металлургического завода, где до сего времени работает бесперебойно. Доменные печи, пущенные в период 1933—1936 гг., оборудованы все без исключения ХЭТЗ аналогичными автоматическими управлениями, но более совершенствованными.

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 тонколистного стана (главный привод, летучие ножницы, рольганги с динамическим торможением и др.).

После длительного изучения непосредственно в 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 выполнил 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 В, между тем передовые фирмы Англии на протяжении уже 8—9 лет выпускают турбогенераторы на напряжении 22 и 33 кВ. По имеющимся сведениям последние обходятся значительно дороже в производстве, чем турбогенераторы тех же мощностей на 6,6 и 11 кВ. Однако большая экономия меди в распределительных устройствах станций на 33 кВ и более, высокие к. п. д. турбогенераторов на 33 кВ по сравнению с турбогенератором на 11 кВ плюс повышательный трансформатор говорят о рентабельности турбогенераторов на 33 кВ и выше. Поэтому одной из задач третьей пятилетки является разработка конструкции и освоение производства турбогенераторов напряжением на зажимах в 33 и 66 кВ.

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

водородным 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 кВт 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 солова 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 МВт и к освоению в производстве гидрогенераторов зонтичного типа на 68,0 МВт и 92 МВт 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 кВт, среди которых имеются синхронные компенсаторы на 60 000 кВт и преобразователи частоты в 20 000 кВт 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 кВт.

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 кВт, выпущены опытные многофазные трансформаторы для конверторов (в связи с проблемой передач постоянным током), взрывобезопасные трансформаторы, заполненные соловом, и др.

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

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

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 кВ.

5. Разработка общих закономерностей импульсной прочности трансформаторного масла при напряжении 2000 кВ.

Из приведенного выше краткого обзора уровня техники высоковольтной аппаратуры видно, что положение с этим производством весьма неблагополучно. Большинство выпускаемых в настоящее время заводом «Электроаппарат» типов масляных выключателей имеет 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 надежность электростанций и сетей. Между тем в Западной Европе и Америке бронированные распределительные устройства внедрены почти во всем диапазоне высоких напряжений за исключением лишь 220 и 287 кВ. 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. Поставленные 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 аппаратуростроения 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 МВт. На Уральском аппаратном заводе также должны быть оборудованы высоковольтная лаборатория и лаборатория разрывных мощностей от 2500 до 3000 МВт.

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

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 с обеспечением необходимых разработок по повышению 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 сек. и выключателя на 220 kV разрывной мощностью 2500 (100) MVA со временем выключения 0,06—0,07 сек.

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 10 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 сек.

Далее должно быть освоено производство серии мощных плавких предохранителей до 100 kV с разрывной мощностью до 1000 MVA, ялонаполненных реакторов на напряжение 110 kV, высококачественных разъединителей на 5000—1000 A и выключателей постоянного тока на 0,50 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 стоит создание безмасляного или масляного выключателя на 400 kV, выбор изолирующих расстояний и разработка конструкции втулки на напряжение 400 kV.

Советские электромашиностроительные заводы в 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 явствование от технического прогресса за границей.

Сравнивая номенклатуру продукции наших заводов и передовых мировых фирм, можно выстатировать, что ряд типов и модификаций машин, давно уже освоенных заграничными 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, бумагная и другие отрасли промышленности; двигатели со встроенными редукторами для получения низких чисел оборотов на рабочем валу; однофазные двигатели с конденсаторным пуском; малые 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 исполнениях 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 Джии 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 единичных 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 ёдкими 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 заграничными 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 электровозов 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 В и изготовлен лабораторный образец ртутника на 50 000 В.

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 игнайтрана на 1000 А, 600 В на основе работ ВЭИ и разработка типа на 2000 А, 600 В.

2. Разработка и освоение производства игнайтранов 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 В, 500 А и на 3000 В, 300 А.

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

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

8. Закончить строительство цеха и сооружение мощной в полне 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 сравниваться с небольшим ассортиментом, выпускаемым нашими заводами. Количество автоматизированных гидростанций исчисляется у нас единицами, и автоматические подстанции почти совсем отсутствуют. Крайне слабо внедрено в энергосистемы телемеханическое управление. 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 ГЭС, ТЭЦ, энергосистем, угледобчи, 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 никой в одном центре.

2. Создание мощной производственной ино-исследовательской базы.

3. Объединение кадров, занимающихся автом

атикой в различных организациях, в одном

сте.

4. Создание мощной проектно-монтажной о

рганизации.

Несмотря на значительные темпы количествен

ного роста продукции и на непрерывное расши

рение ассортимента выпускаемых изделий, на

светотехническое производство все

резко отстает от уровня мировой техники.

За последнее 2—3 года передовые заграничные заводы приступили к массовому выпуску спиральных ламп, ламп с наполнением кри

тоно-ксеноновой смесью, газосветных, ртутных и натриевых ламп, обладающих значительно бо

шшей экономичностью и светоотдачей по срав

нению с нормальными лампами накаливания. Внед

рение в производство этих ламп могло бы давать народному хозяйству большие выгоды, между

тем освоение их на Ламповом заводе идет чрезвы

чайно медленными темпами и некоторые из них

еще не вышли из стадии лабораторных разрабо

ток.

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 скаживаются 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

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

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

Поставление технических параметров выполняется в Союзе электровозов для магистральных и пригородных железных дорог, равно для промышленных и рудничных электровозов показывает значительное отставание наших заводов в этой области как в отношении разнообразия типов, так и в отношении мощностей посторий отдельных единиц.

Большим электровозам основной конструкцией, выполняемой в настоящее время на наших заводах, является шестиосный электровоз с шестью моторами по 340 kW со общим весом от 120 до 132 t. Однако стаханово-кривоносовское движение на транспорте явило необходимость увеличения мощности новых двигателей для возможности повышения посторий и силы тяги.

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

гателей до 4000 kW на максимальную скорость 100 km/h напряжением 3000 V постоянного тока.

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

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

Электровозов однофазного тока с вращающимися преобразователями.

Электровозов однофазного тока нормальной частоты с коллекторными двигателями.

В отношении электровозов 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 освобождено напряжение 3000 V постоянного тока для пригородных железных дорог (взамен ныне применяемого напряжения 1500 V), мощное оборудование для двухярусного 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 килоуатт. Если сложить 1920 и 1921 гг., то открыто было 221 станция с мощностью в 12 тысяч килоуатт. ...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 останется на ручном труде, не останется со своей примитивной деревянной сохой, а пойдет вперед к другим временам».

Исполнилось 20 лет советской власти. Теперь ежегодно открываем станций на сотни тысяч киловатт. Мы уже пришли к другим временам и в отношении электрификации сельского хозяйства. В системе социалистической реконструкции, колхозизации и механизации сельского хозяйства электрификация становится все более и более первым 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 электросвещением поместьи 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.	Годы										
			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
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
3	Общее число с.-х. электроустановок на конец года . . . . .	Един.	137	450	654	694	733	802	903	1135	1413	1882	2945
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
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
													331

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 ненужно.

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

Таблица 2

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

№ п/п	Типы установок	Годы					
		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

постройки сельского хозяйства является строительство станций, использующих местные гидротехнические ресурсы.

В 1932 г. доля гидростанций в общей мощности электростанций составляла 16,5%, в 1937 г. — 30%. В приросте мощности с.-х. электростанций 1936—1937 гг. гидростанции занимают 47% (3 тыс. kW из общего прироста в 28,4 тыс. kW). Так как строительство мелких гидростанций резко отличается от потребностей и возможностей нашей страны, что является одним из результатов временной работы врагов народа в области электрификации сельского хозяйства. Наркомземом и сельэлектро очень мало еще сделано для выявления 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 природном, и в особенности жидким, 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—24 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, что использовалось демонтируемое оборудование, технически несовершенное и сильно изношенное.

Качественные изменения в с.-х. электро строительстве характеризуются следующими данными: 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 сооружаются 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-

Таблица 4

Род тока и напряжение с.-х. электроустановки

Наименование показателей	1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
	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, расположеными 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 молотьба. Но удельный вес электромолотьбы 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 вкорне 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 обобществленного сельского хозяйства, предъявляющие 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. электрификации явился 1933 г. благодаря успехам электромолотьбы. 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	Отрасли с.-х. и процессы с.-х. производства	1918 г.		1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
		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	Молотьба . . . . .	—	—	—	—	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	15,0	100,0	265,0	100,0

Таблица 6

Соотношение моторной и осветительной нагрузки в сельском хозяйстве

№/п	Наименование показателей	1918 г.		1924 г.		1928 г.		1932 г.		1936 г.	
		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	22,0	23,2	85,0	32,2
3	В том числе освещением . . . . .	3,0	97,0	12,2	92,5	30,3	90,0	73,0	76,8	180,0	67,8

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

Чем причины успехов электромолотьбы? Первых, молотьба представляет собой исключительно напряженную по времени и по величине требований в энергии сельскохозяйственную машину, 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

занимает 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 электрооросительные 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 яствует, что рост темпов развития электрификации сельского хозяйства, наблюдавшийся с 1930 г., одновременно сопровождал-

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	
УзбексССР . . . . .	—	—	—	—	—	—	1
<b>Всего по СССР</b>	<b>168</b>	<b>268</b>	<b>551</b>	<b>1445</b>	<b>2323</b>	<b>3851</b>	<b>4100</b>

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 населения, то значительные материальные денежные затраты, вкладываемые в основные сооружения, связанные с электромолотьбой, станутся неиспользованными в течение 10—11 мес. в году. Недопустимость такого положения очевидна.

Таким образом электромолотьба не только создала предпосылки для более широких работ по электрификации сельского хозяйства, принеся следнему тысячи новых трансформаторных пунктов 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. Требовалось использование основных сооружений, построенных для электромолотьбы и недостаточно загруженных, в целях электрифи-

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.	%	
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	Единоличн. крестьянское хозяйство . . . . .	3,0	96,8	11,2	85,0	21,1	62,5	2,0	2,1	1,5
5	Кустарн. 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 kW	% к итогу	мощность kW	% 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	Автомашины (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 обобществленного сектора сельского хозяйства.

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

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

К XX годовщине Октябрьской революции 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. Карапулов

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. Тезисы, 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. Европейская часть Союза более или менее освещена и тут, например, в Северном крае, метеостанция приходится на  $4000 \text{ km}^2$ . Сибирской части станции расположены главным образом вдоль ж. д., в оазисах, у подножья гор. Районы, совершенно не имеющие метеостанций, например, к северо-востоку от оз. Байкал. В Ангаро-Байкальском районе одна станция приходится на  $21000 \text{ km}^2$ .

Число испарений ведется еще менее удовлетворительно. Совершенно отсутствуют стокометрические станции (по изучению баланса влаги).

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 <sup>1</sup>	700 <sup>1</sup>	1219	600	2000	3051 <sup>2</sup>
Только по б. Министерству путей сообщения.						
Только по сети ЕГМС без учета Морского управления ГУ Северного морского пути и т. д.						

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

В бассейнах морей эти данные представляются следующим образом (табл. 2).

В бассейнах главных рек характеристика изученности 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
Бассейны моря								
Атлантическое море . . .	42	35	9	87	60	39	31	130
Арктическое море . . .	13	6	4	23	64	49	29	142
Северное море . . .	99	94	21	144	255	60	70	345
Северный океан . . .	38	24	20	82	52	5	23	80
Южное море . . .	76	168	49	2933	70	114	47	231
Тихий океан . . .	36	71	20	127	40	60	26	126
Средиземное море . . .	310	191	70	571	205	99	85	389
Балтийское море . . .	31	68	10	109	17	5	5	27
Бассейны морей Средней Азии . . .	39	53	36	128	3	3	2	8
Бассейны Западной Европии . . .	8	1	—	9	—	—	—	9
Всего по СССР	692	642	239	1573	726	434	318	1478

Примечание. На станциях I и II разряда, помимо изучения 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 (Черномор. басс.) . . .	10	35	7	52	—	—	4	56
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. Тerek . . .	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 Гидрологический институт 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 застужливой 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

Таблица

№ п/п	Автор подсчета	Издание	Год подсчета	
			Советская ССР	СССР
1	Министерство земле-делия	«О белом угле»	1916	14
2	Москвитинов И. И.	«Белый уголь» в России 1923 г.	1919	30
3	Дейша А. В.	—	—	14
4	Государственная комиссия по электрификации России (ГОЭЛРО)	—	1921	45
5	Близняк Е. В.	«Водный транспорт»	1923	14
6	Доклад СССР на I Мировой энергетической конференции	«Труды мировой энергетической конференции», т. I	1924	57
7	Милович А. Я.	—	—	44
8	Ильин В. С.	«Состояние работ по кадастру водных сил», «Плановое хозяйство», № 10	1925	60
9	ВСНХ СССР	«Проблемы энергетики»	1929	46

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

Широко развившиеся в течение последних лет в СССР исследования вод сушки позволили со значительно большей полнотой подойти к оценке водных энергетических ресурсов страны, что и было сделано впервые в исследовании «Атлас энергетических ресурсов СССР» (изд. Главэнерго 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. kW, 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. kW.

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 (ф

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 таблицы видно, что мощность рек

<sup>1</sup> 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 соотвествующую величину, приведенную в «Атласе горесурсов» (280 млн. kW).

Распределение потенциальных гидроэнергетических ресурсов по морским бассейнам (табл. 5) показывает, что половиной всей потенциальной мощности страны располагают реки Северного стока, владеющие 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			
Арктическое море . . . . .	— 960 MW	0,3%	
Северный сток			
Белое и Баренцево моря . . . . .	— 7 010 MW		
Сев. 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%	

Кроме того, значительная часть водных сил связана с реками внутреннего стока,ющими в Каспий, Арал, Иссык-Куль и Балхаш.

Табл. 6 распределения потенциальных гидроэнергетических ресурсов СССР по районам показывает, что громадная часть водных сил (82,9%) лежит в пределах Европейского континента и лишь небольшая часть находится в Европе.

Гидроэнергетические ресурсы высокогорных рек Кавказа и Средней Азии составляют около 10% от всех водных сил страны.

Надо также особо отметить громадные консервированные запасы весьма удобной водной энергии (19,3%), которыми располагают верховья рек Оби и Енисея. Практическое использование возможностей этого уникального энергетического района, одновременно весьма богатых минеральными ископаемыми, предопределяет развитие в будущем в Центральной Сибири крупной промышленной базы. Наконец, нельзя отметить того обстоятельства, что 25% гидроэнергии страны располагается в области островной и сплошной вечной мерзлоты, где благодаря этому должны применяться особые схемы использо-

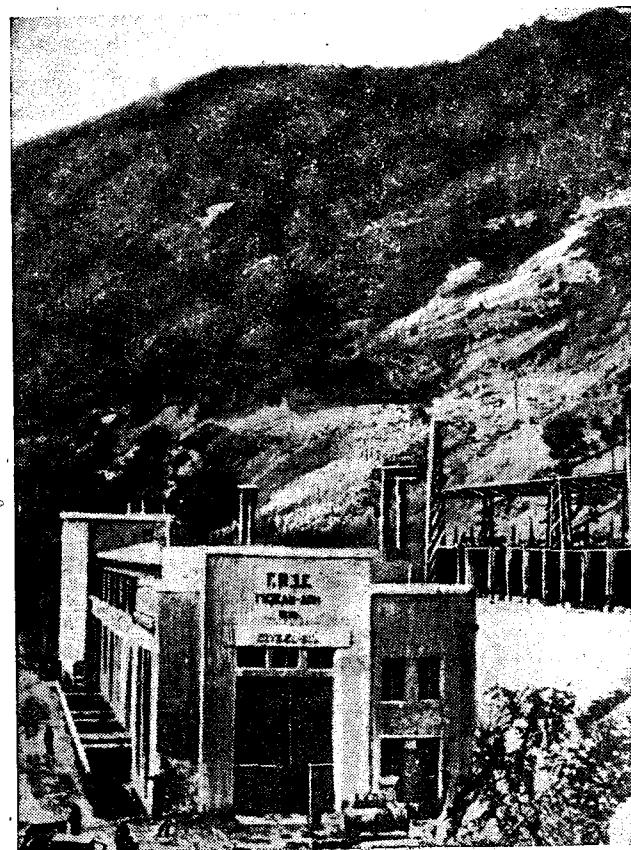


Рис. 1. Гизельдонгэс

Таблица 6

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

№ п/п	Наименование районов и континентов	Среднегодовая потенциальная мощность, MW	% от суммарной мощности по кон- тиненту	% 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 гидростанций.

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 тесного использования энергии рек, в царской России гидроэлектро строительства по существу не было, если не считать мелких установок, в большинстве расположенных в Закавказье и на Урале.

Незаинтересованность отдельных капиталистических компаний в использовании местных энергетических ресурсов приводили к тому, что, например, Ленинград (б. Петербург), несмотря на топливный гиперзвук, снабжался привозным углем, имея подряд мощных гидроэнергоресурсов (рр. Волга, Свирь и др.). Только в период особых запретов с подвозом топлива (в 1916 г.) Всесоюзный промышленный комитет занялся вопросом использования энергии Волховских порогов.

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

Ярким показателем пренебрежительного отношения к проблемам гидроэнергетики и полного непонимания принципа комплексности в использовании водных ресурсов является выступление на XI съезде «русских деятелей по водным делам» в 1909 г. одного из представителей верхней 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 задержала 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 такженым образом кустарными маломощными установками. Всего суммарная мощность колесных гидротурбовальных установок (в большинстве при мельницах) составляла около 750 000 л. с. и турбины около 250 000 л. с. Гидроэлектрических же стаций было около 20 суммарной мощностью около 10 000 kW. Наибольшей по мощности была пущенная в 1910 г. Мургабская гидростанция (Средняя Азия) мощностью 1350 kW.

От этого чрезвычайно низкого уровня началось развитие советской гидроэнергетики, которая прошла этап от первенца ленинской электрификации—Волховской гидроэлектроцентрали—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 выражение: было намечено строительство 5 гэс суммарной мощности 395 MW. Славный путь первой и второй сталинских пятилеток неразрывно связан с мощным развитием гидроэлектро строительства.

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	
			клич.	% по мощности	клич.	% по мощности	клич.	% по мощности	клич.	% по мощности	клич.	% по мощности
Гидроэлектростанции, сооруженные на 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 1/1938 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 ледового 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 гидростанций. Действительно, если, в 1937 г. работала только одна гидростанция мощностью более 100 MW, то в постройке сейчас находятся 6 таких установок. С пуском последних доля участия в суммарной мощности гидростанций в 100 MW и более возрастает с 43,4 (в 1937 г.) до 60,1%. Значение же гидростанций 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 гидроэлектро строительства 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 гидроэлектроцентралей суммарной мощностью 1480 MW с выработкой 5,6 млрд. kWh и вложениями около 3,6 млн. рубл.

Все эти объекты связаны с водохозяйственны-

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 Иваньковский узел; в строительстве находятся узлы Угличский и Рыбинский. Сверх плана в 1937 г. приступлено к развертыванию сооружения Куйбышевского узла.

Важным объектом является дальнейшее развитие использований 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. м<sup>3</sup>) 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 установки, 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 подготавливается 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 лабораторий

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 «электротехнических 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 осциллоскопом и могут быть фиксированы на кинопленке. 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 турбостроения: 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 (Дзорацкая 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 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 м<sup>2</sup>).

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 (Тулома, Беломорско-Балтийский канал им. Сталина).

В качестве водоводов на гидроэлектрических установках применены открытые каналы (Загэс пропускной способностью 324 м<sup>3</sup>/sec), тоннели (на гэс Аджарис-Цхали диаметром 4,4 м и длиной 2,5 km), трубопроводы деревянные (на гэс Сходня диаметром 5,6 м, на гэс Нива диаметром 4 м), металлические (Дзорацкая 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 тягачей; было проложено более 1000 км. путей, сооружены камнеобогатительный и бетонный заводы, завод чистого воздуха. Эта механизация имела преимущественно еще иностранного происхождения.

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

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

Запроектированы турбины Каплана и Куйбышевской гэс мощностью 3000 кВт и диаметром 7500 мм.

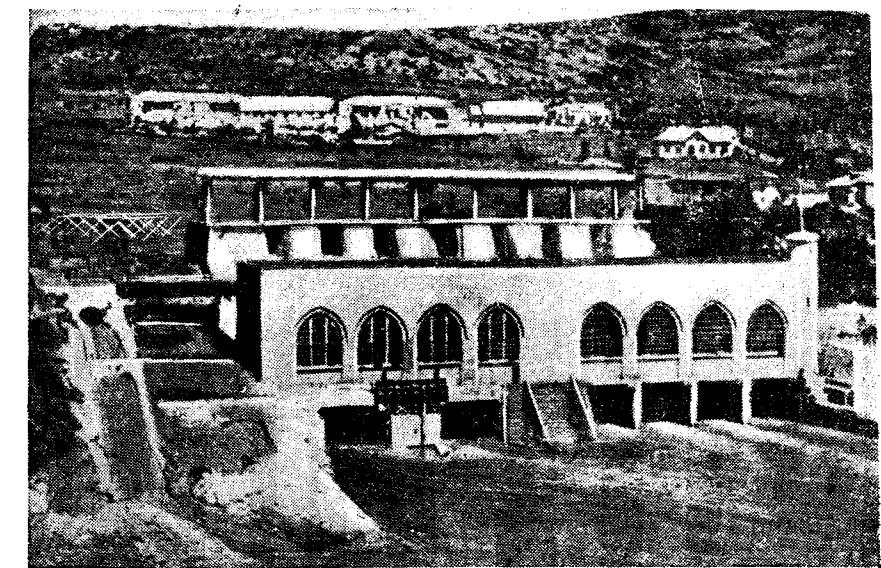


Рис. 2. Загэс

Таблица 9

Наименование объектов	Сроки окончания строительства	Объем работ в тыс. м <sup>3</sup>	
		земляных и скальных	бетонных
Гэс Волхов . . . . .	1927	760	24
Гэс Днепр . . . . .	1932	300	1 180
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 кВт	Диаметр м	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 кВт имеют второй по величине диаметр (12 м) среди всех машин этого типа.

Очень существенное значение, как известно, имеет автоматизация гэс, которая повышает износостойчивость 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 заиления 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 заиление 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 заглубленно необходимых мероприятий пока еще не сделались правилом. На многих установках нет даже инструкций по эксплуатации гидротехнических сооружений.

Также мало уделяется внимания режиму эксплуатации гэс. Эксплоатационные и диспетчерские графики имеются далеко не всюду, а имеющиеся не выправляются 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 эксплоатация гэс может сохранить много десятков сантиметров напора.

Овладение техникой позволило улучшить эксплоатационные 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	
		кали- тальный	текущий	аварий- ный	аварий- ный про- стой	нор- мальный
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	Днепров- ская	Земо-Ав- чальская
1932	1,16	3,10	0,41
1936	1,19	0,55	0,28

Улучшение организации эксплоатации 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 составляет 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 эксплоатация 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. 14, в которой дана структура годовых издержек в процентах.

Таблица 13

Название гэс	Статьи расходов			
	производ- ственная зарплата	текущий ремонт	общестан- дартные расходы	амортиза- ция
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 рыбоводство.

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 гидротурбинные 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	
	коли- чество	мощность тыс. kW	коли- чество	мощность тыс. kW	коли- чество	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	58,2
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 гидроэлектро строительства.

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

идроэлектростроительства, одновременно распределяя средства на постройку местных электростанций на привозном жидким 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 капиталоемкости 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 рыбоподразведения снижает отдачу гэс. Так, в 1934 г. вместо 3,7 млн. kWh было выработано только 1,3 млн. kWh. На Велико-Александровской гэс на р. Ингулец (УССР) ежегодно турбины не работают в течение 15—20 дней, так как верховье Карабуновское 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, Рыбосоюз и др., но, так как изыскания в большинстве схватывают 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 скончавшего 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.) чебольшие заводы вследствие отсутствия квалифицированных конструкторов выпускают подчас устаревшие типы турбин. Кустарница 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, недопустима роли гидроцентрали в системе ряд первоочередных установок сооружен без необходимого регулирования. Это относится к некоторым западнокавказским установкам, к строящимся чирчикским гэс и др. Даже там, где по существующим условиям можно, включив гэс в систему, вполне использовать водную энергию, имеют место недопустимые задержки. До сих пор ДнепроГЭС не соединен с Донбассом. В результате весною ДнепроГЭС 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 гидроцентрали.

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 пропаганду 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 В 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 «Электрозвавода» (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 электроизостроительства 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 заграничных фирм — Вестингауз, AEG, Сименс-Шуккерт — трансформаторное производство было только добочным, 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 незаконченные и крайне запущенные корпуса бывшего завода «Проводник» на Электрозваводской 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;

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

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 недостаточно учитывал фактических возможностей.

Уже в 1929/30 г. фактический выпуск завода составил 22,5 млн. руб., вместо запроектированных 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 AEG. В течение 1926 и 1927 гг. на заводы AEG посыпались 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 AEG. 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 изготавливавшейся. 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	Веса, %			
	20 kVA	50 kVA	100 kVA	560 kVA
ПЗ, 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, во немалую роль сыграли более рациональное распределение потерь холостого хода и к. з. и более эффективные в отношении теплопотерь 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 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 GEC завод переводит 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 Электротока 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 сказалась именно техническая зависимость нашей от границы. Необходимо было быстро освоить эту ответственную область трансформаторостроения.

Трансформаторный завод применил свой испытанный метод: сначала максимально использовать опыт передовых зарубежных фирм, в данном случае — американской фирмы GEC. Завод пошел и на то, чтобы на первых порах ввиду отсутствия в то время в Союзе наложенного 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 бакелизированной 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.

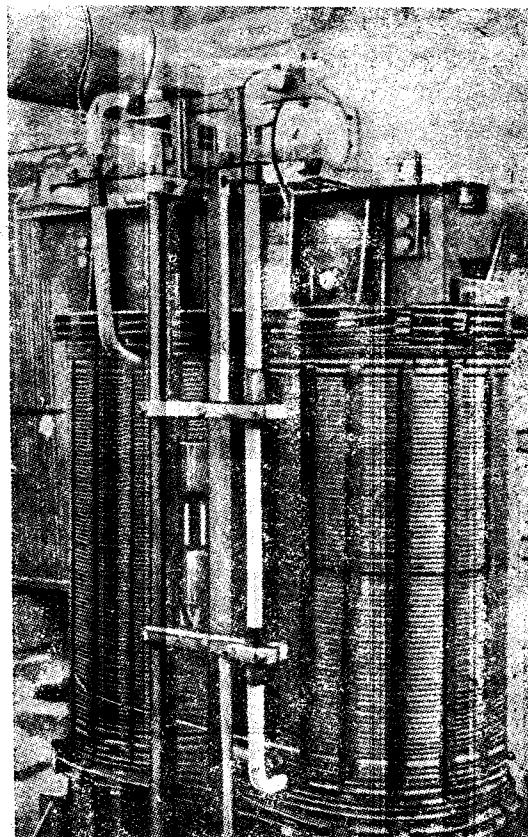


Рис. 1. Выемная часть трансформатора мощностью 10,5 MVA на напряжение 110/6,6 kV (непрерывная обмотка)

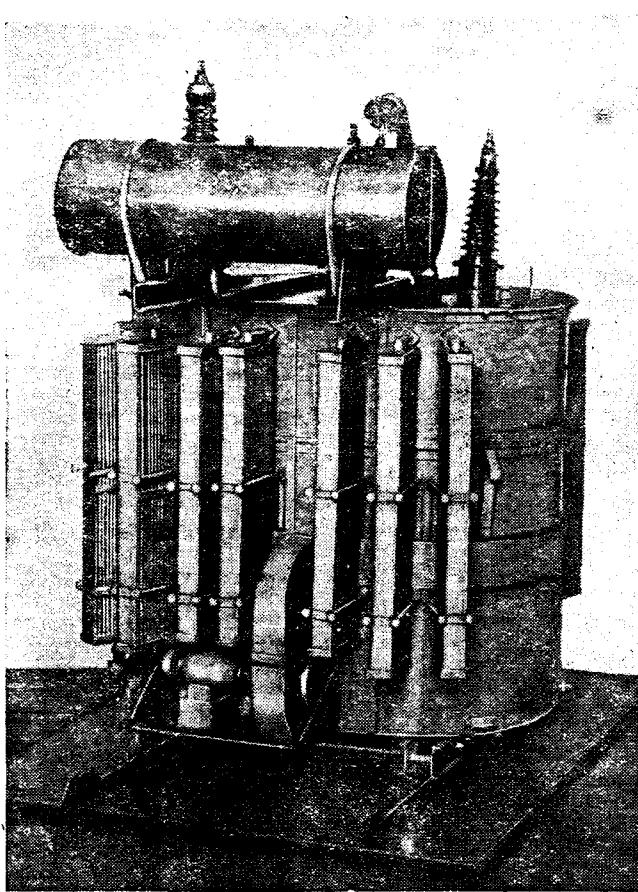


Рис. 2. Однофазный трансформатор мощностью 20 MVA на напряжение 220/115 kV для Свирской электростанции (выпуск 1933 г.)

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

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

2) импортировавшиеся из-за границы бакелитовые цилиндры заменены мягкими из элефантайда, 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 бывшего государственного, которые требовали освобождения страны от импорта легированной стали и меди. Поэтому характерное для наших трансформаторов максимальное использование активных материалов, какое только приемлемо с точки зрения температур, допустимых нормами и стандартом. Ясно, что при реализации этой идентичной номинальной к. п. д. получался ниже, конечно, чем у соответствующих американских трансформаторов; однако потери холостого хода и к. з. в наших трансформаторах распределены таким образом, что максимальный к. п. д. близок к эксплоатационному готовому.

В табл. 4 приведены относительные веса активных материалов некоторых мощных трансформаторов по отношению к весам соответствующих трансформаторов GEC, взятым за 100%. Даже при современном низком значении отношения

стоимости трансформаторной стали к стоимости меди, разном 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%.

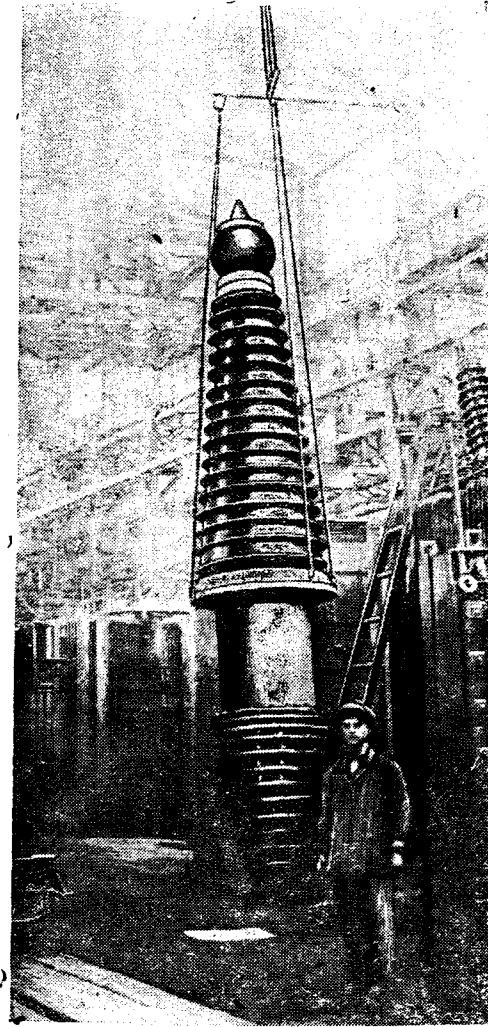


Рис. 3. Бушинг на 220 kV

Таблица 4

Мощность MVA	Напряжение kV	Число фаз в единице	Веса, %	
			сталь	меди
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. 10 шт. однофазных трансформаторов по 20 MVA в единице 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 сошли две понижающие трехфазные группы (с одной звездной единицей), предназначавшиеся для связи Свирской электростанции со 110-kV сетью Ленинграда.

Комиссия того, что напряжение 220 kV являлось для замены новой, более высокой ступенью, особых технических трудностей представляло сочетание его в одной единице само по себе высоким напряжением 110 kV вторичной обмотки. Между тем договор с GEC к тому времени уже был подписан. Ни образцом, ни заграничными чертежами подобных трансформаторов завод не располагал. Но он располагал накопленным за 5 лет опытом, располагал вычислениями за это время кадрами, располагал результатами поделанной ВЭИ научно-исследовательской работы.

В течение 1933 г. все 14 трансформаторов были сданы, прекрасно выдержав все электрические испытания. Двухсторонняя 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 были перемаркированы на 24 MVA каждый. Изготовление трансформаторов для Свирской станции было крупнейшим шагом завода вперед на пути изоединения еще более сложных и более мощных единиц. В течение последующих лет завод выпустил:

1. Однофазные трехобмоточные трансформаторы для линии передачи Сталиногорск — Москва мощностью 10 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 Иркутск — Донбасс на напряжение 220/154 kV при мощности единицы 40 MVA.

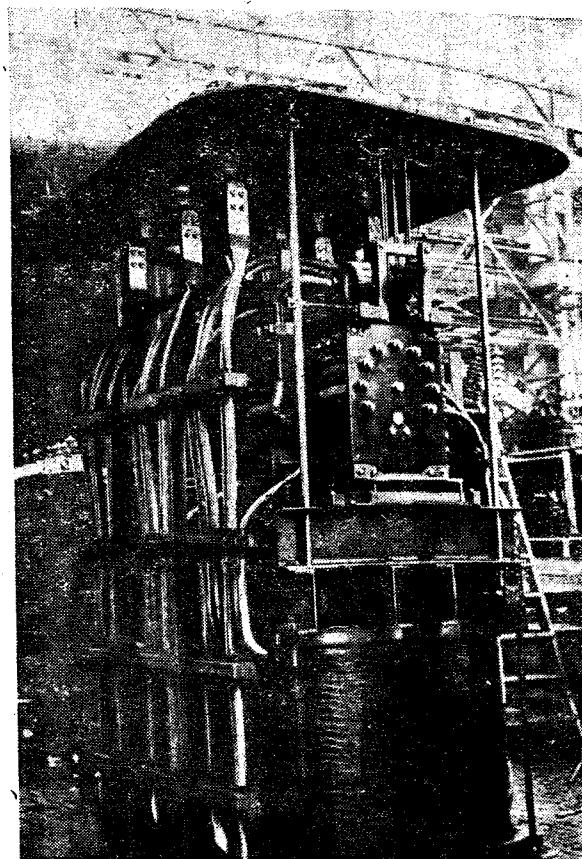


Рис. 4. Выемная часть бустер-трансформатора для регулирования напряжения под нагрузкой

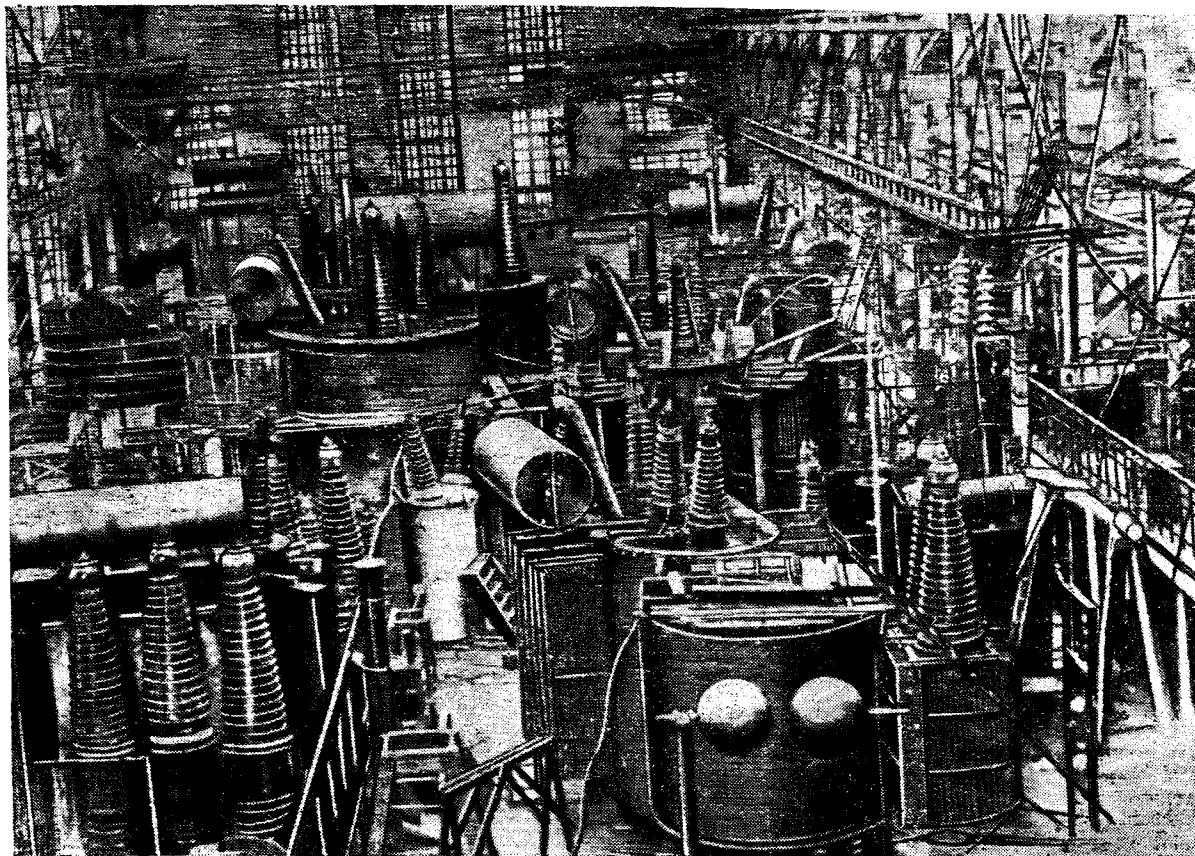


Рис. 5. Испытательное поле высоковольтных трансформаторов

3. Несколько агрегатов (бустер-трансформаторов) от 15 до 40,5 MVA для регулирования напряжения под нагрузкой для Тулметаллзавода, канала Волга — Москва, Сталинской ТЭЦ 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 изготавляемым им же металлическим ртутным выпрямителям. Это были в основном трансформаторы к РВ-5 и РВ-10 на 230—500 V выпрямленного тока мощностью 200—1000 kVA. Ознакомление с конструкцией подобных трансформаторов завода «Электросила» не обнаруживало особых отличий 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 V, 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 V ж. д. и др. работают вполне удовлетворительно.

Проводившееся в течение нескольких месяцев экспериментальное исследование одного из таких трансформаторов мощностью 3200 kVA на 3300 V 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

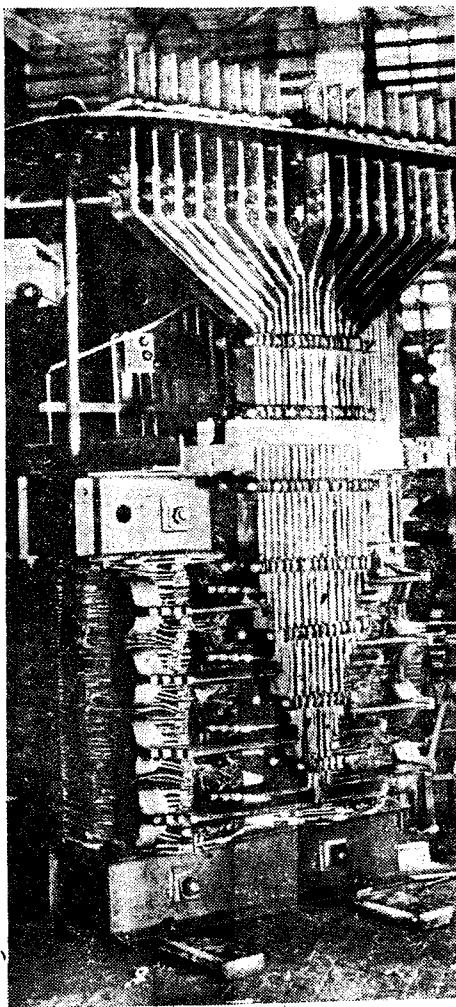


Рис. 6. Выемная часть электропечного трансформатора на 30 000 A

для стале- и медеплавильных чай на токи до 10 000 A. В 1931 выпускается впервые трансформатор на 25 000 A для Алюминиста в течение последующих же эксплуатацию вступил целый ряд наших трансформаторов одно- и трехфазных со многими ответвлениями для регулирования напряжения и током до 50 000 A. Все эти трансформаторы показали в эксплуатации отличные качества и свое определенное превосходство над соответствующими импортными.

Испытательные трансформаторы. В этой области трансформаторный завод долгого не предпринимал — не было со стороны потребителей серьезных запросов. В 1931 г., когда такие запросы стали поступать, завод начал с того, что погрузил в 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 ГЕС испытательный масляный трансформатор на 300 kV мощностью 300 kVA. Безусловно, по качеству, он имеет тот недостаток, что и для своей номинальной мощности несколько тяжел и уже преверно громоздок для тех случаев, когда требуемая мощность значительно ниже 300 kVA. Лишь в самое последнее время разработан ипущен 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. V.

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 Симен-Шуккера, 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 ГЕС бакового типа. С конца 1935 г. сделаны в этой области решительный сдвиг. Разработана новая серия на напряжение 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 уровень 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 принципиально новых технических трудностей как в осуществлении регулирования под нагрузкой, так и в построении высоковольтных испытательных трансформаторов мы и встречаем.

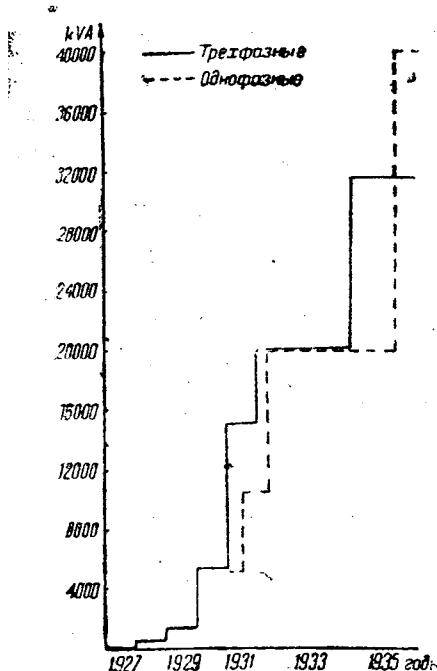


Рис. 7. Кривая роста мощности единицы в кВА за период 1927—1937 гг.

Значительной степени сравнительно слабый рост выявляется регулируемых под нагрузкой трансформаторов обуславливается недостаточностью производственной базы, не предусмотренной для этой цели в 1928—1929 гг., когда границей эта область трансформаторостроения только начала развиваться.

Одной из ближайших задач в связи с предстоящей реконструкцией трансформаторного завода является всеобщее расширение применения регулирующей под нагрузкой аппаратуры для трансформаторов различных мощностей и напряжений и в первую очередь — в упрощенной конструкции для мелких сельскохозяйственных трансформаторов.

В вопросе о целесообразности применения нерезонирующих высоковольтных трансформаторов и их решительного преимущества перед нормальными трансформаторами с изоляцией соответственно распределенной вдоль обмотки полной ясности еще нет. В Америке их строит только фирма GEC. Трансформаторным заводом разработаны две конструкции нерезонирующего типа: одна по системе GEC, а другая, советская по системе шунтирующих емкостей.

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

Наконец, самой важной и вполне реальной задачей является 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 принципа трансформаторов при переходе на напряжение 380—400 кВ, можно считать эту задачу для трансформаторного завода технически разрешимой.

Совместно с ВЭИ завод уже теперь ведет проектирование такого трансформатора. Для возможности же постройки подобных трансформаторов необходимы дальнейшая экспериментальная работа по получению высшего качества изоляционных материалов и значительное расширение лабораторной базы.

## Гидрогенераторы зонтичного типа

Р. Я. Абе

Завод „Электросила“ им. Кирова

В последнее десятилетие получили широкое распространение гидрогенераторы так называемого зонтичного типа. В Америке общая установленная мощность генераторов такого типа исчисляется миллионами киловатт. Значительные мощности установлены также в Канаде. Технические и экономические преимущества быстро добиваются 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 их преимуществ, которые дает данный тип, приобретает большую важность.

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

У подвесного типа нормально имеются два направляющих вкладыша, из которых один размещен в верхней крестовине, а второй в нижней.

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

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

Первые построенные вертикальные гидрогенераторы (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 конструктивной схеме.

В первое время, когда мощности в единице были еще незначительны и подпятники считались элементом турбины, легкости доступа к подпятнику для обслуживания и ремонта не было уделено достаточно внимания. С ростом мощности в единице и вертикальных нагрузок на пяту, а также с накоплением опыта эксплуатации подпятников были осознаны трудности и неудобства, связанные с малой доступностью подпятника. Положение усложнялось также малым совершенством подпятников того времени. Дальнейшим развитием конструкций поэтому было перенесение подпятника на верх генератора на его верхнюю крестовину.

Конструкция подпятников с течением времени

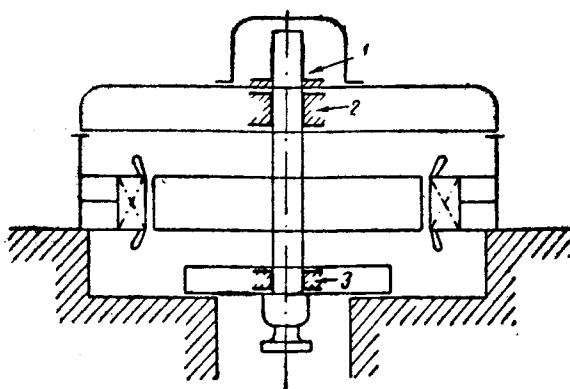


Рис. 1а.  
1 — под пятник, 2 — верхний направляющий вкладыш, 3 — нижний направляющий вкладыш

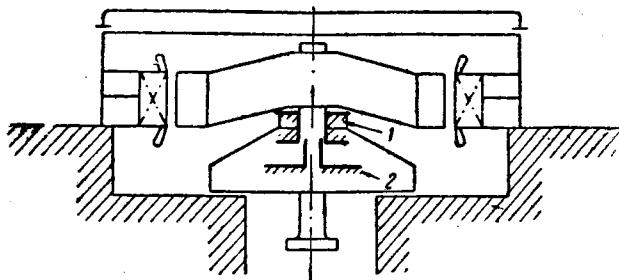


Рис. 1б.  
1 — направляющий вкладыш, 2 — под пятник

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

При продолжающемся росте мощностей в единице и вертикальных нагрузок на пяту расположение под пятника на верхней крестовине вызывает ряд затруднений ввиду получающихся чрезмерных размеров и веса самой верхней крестовины. В силу этого появляются современные

зонтические генераторы с весьма целесообразною расположением под пятника на нижней крестовине. Верхняя крестовина которых случаях упраздняется совсем, в некоторых случаях остается как легкое перекрытие опора возбудителей.

Легкость обслуживания и ремонта пяты сохраняется. К тому же это все значительно более легко выполнимо, так как сами под пятники становятся несравненно более совершенными, чем они были в конце прошлого и начале этого столетия.

Наша гидроэнергетика не может пока похвастаться большим числом установленных гидрогенераторов зонтического типа, но весьма отрадно, что в этом деле намечается определенный перелом. Первые гидрогенераторы зонтического типа в СССР были изготовлены на заводе «Электросила» им. Кирова в 1934 г. для Бурджарской ГЭС. Генераторы эти небольшой мощности 4000 кВт, 214 об/мин были пущены в начале 1936 г. (2 генератора). В 1936 г. был изготовлен еще целый ряд гидрогенераторов зонтического типа. Из генераторов для Иваньковской гидростанции являются уже весьма крупными машинами своего типа. Опыт изготовления монтажа и пуска всех этих машин полностью подтверждает все предположения и расчеты относительно преимуществ зонтического типа. В данный момент на заводе «Электросила» им. Кирова находится в стадии изготовления ряд гидрогенераторов зонтического типа (Чирчик — 27 000 кВт, 150 об/мин., Рыбинск — 68 750 кВт, 62,5 об/мин), из которых рыбинские генераторы по своим диаметрам ( $D_{pot} \approx 12000$  мм) и нагрузке на пяту ( $P \approx 2000$  т) превосходят все имеющиеся.

Наиболее интересные зонтические гидрогенераторы, построенные в последнее время (или находящиеся в постройке):

а) Гидрогенераторы для станций Bonneville Dam на р. Колумбия в США. Генераторы имеют номинальную мощность 48 000 кВт при 75 об/мин. напряжение 13 800 В,  $\cos \varphi = 0,9$ . Генераторы при-

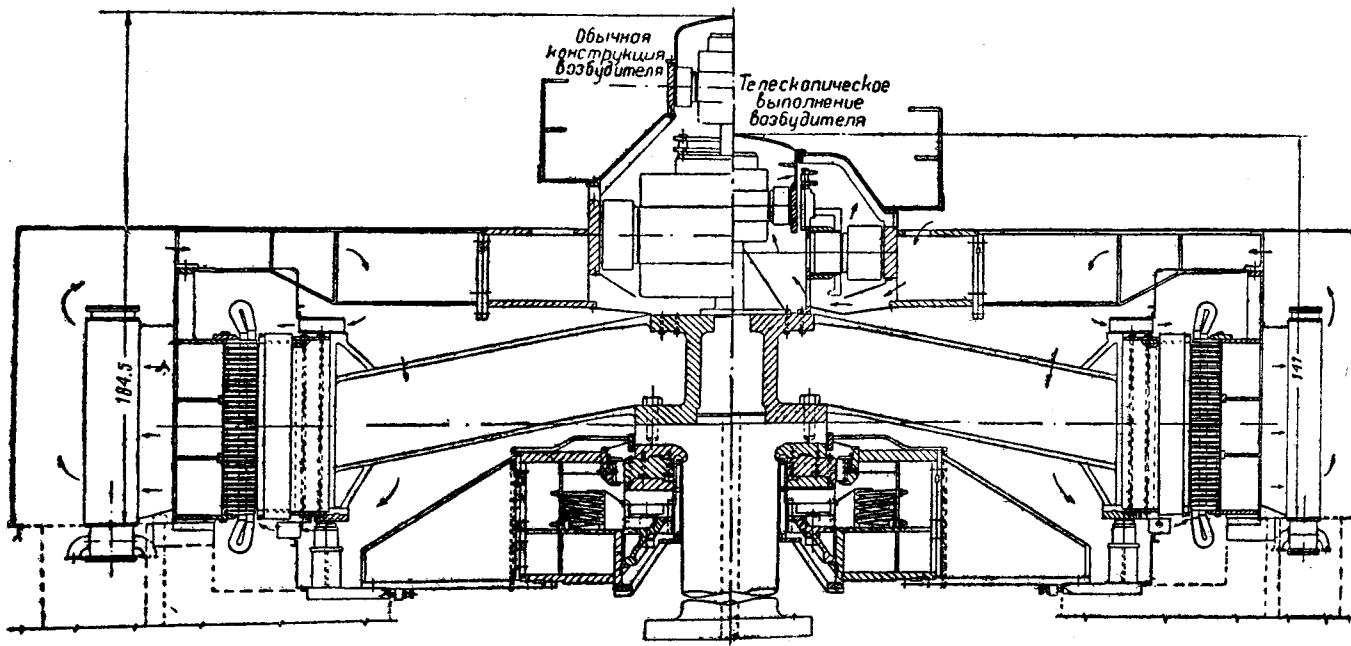


Рис. 2

ится во вращение пропеллерными турбинами Каплана и рассчитаны на разгонное число вращения  $n_{y_2} = 216$  об/мин. Возбуждение производится от собственного возбудителя, сидящего на валу главного агрегата вместе с подвозбудителем.

Под пятник пружинного типа GEC расположен и ротором на звездообразной нижней крестовине и рассчитан на нагрузку 1350 т. Генератор имеет два направляющих вкладыша, расположенных один над, а другой под ротором. Спицы роторной звезды сварные, без изгиба. Генераторы изготовлены американской фирмой GEC.

б) Генераторы для станций *Wheeler Dam* на *Генеси* в *США*.

Генераторы имеют номинальную мощность 6000 кВА при 85,7 об/мин, 13800 В,  $\cos \varphi = 0,9$ . Для возбуждения на вал главного агрегата насыщены два возбудителя постоянного тока. Генератор имеет два направляющих вкладыша — один верхней, второй в нижней крестовине. Под пятник пружинного типа расположен несколько ниже нижнего направляющего вкладыша внутри центральной части нижней крестовины. Спицы роторной звезды сварные, без изгиба. Генераторы изготовлены фирмой GEC.

в) Гидрогенераторы для станции *Norris Dam* на *r. Clinch* в *США*. Мощность каждого генератора 56 000 кВА при 112,5 об/мин, 13800 В,  $\cos \varphi = 0,9$ . Вертикальный разрез генератора изображен на рис. 2.

Генератор имеет один направляющий вкладыш сегментного типа в нижней крестовине. Отсутствие верхнего вкладыша упраздняет трубопровод и исключает возможность попадания масла

на обмотку. Под пятник сегментного типа Kingsbury расположен внутри центральной части нижней крестовины несколько ниже направляющего вкладыша. Роторная звезда литая, и спицы загнуты вниз по концам, что значительно сокращает расстояние от центра тяжести ротора до линий центра направляющего вкладыша. Ротор опускается в статор отдельно от вала. Генераторы изготовлены фирмой Westinghouse.

г) Гидрогенераторы для *Иваньковской гэс*. Мощность 18 000 кВА, 100 об/мин, 10500 В. Генераторы приводятся от пропеллерных турбин с поворотными лопастями Ленинградского металлического завода им. Сталина. Генераторы имеют один направляющий подшипник сегментного типа в нижней крестовине. Под пятник расположен в нижней крестовине и рассчитан на нагрузку 550 т. Спицы роторной звезды сварные, имеют загнутую по концам вниз форму. Ротор генератора был опущен в статор без вала. Генераторы изготовлены заводом «Электросила» им. Кирова в Ленинграде. Разрез генератора изображен на рис. 3.

Поскольку эти машины являются по существу первыми крупными гидрогенераторами зонтичного типа, изготовленными и пущенными у нас в СССР, они представляют значительный интерес.

д) Гидрогенераторы для *Карамышевской гэс*. Мощность 1700 кВА, 125 об/мин, 6600 В. Генераторы хотя очень небольшой мощности, в конструктивном отношении интересны тем, что центр направляющего вкладыша расположен на одной линии с центром тяжести ротора. Роторное колесо из стального литья имеет форму тарелки с массивным краем, к которому крепятся полюса.

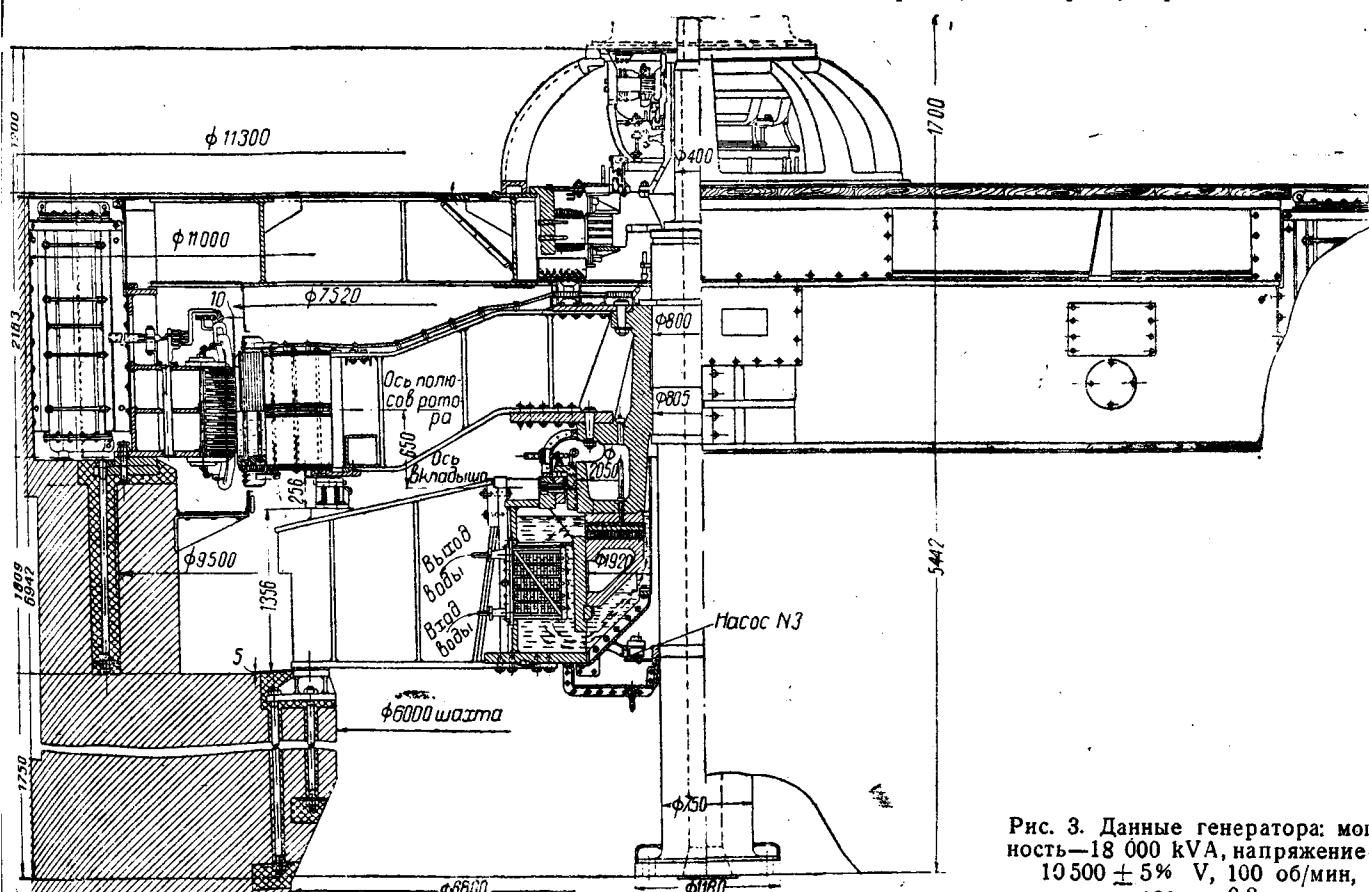


Рис. 3. Данные генератора: мощность — 18 000 кВА, напряжение — 10 500  $\pm 5\%$  В, 100 об/мин,  $\cos \varphi = 0,8$

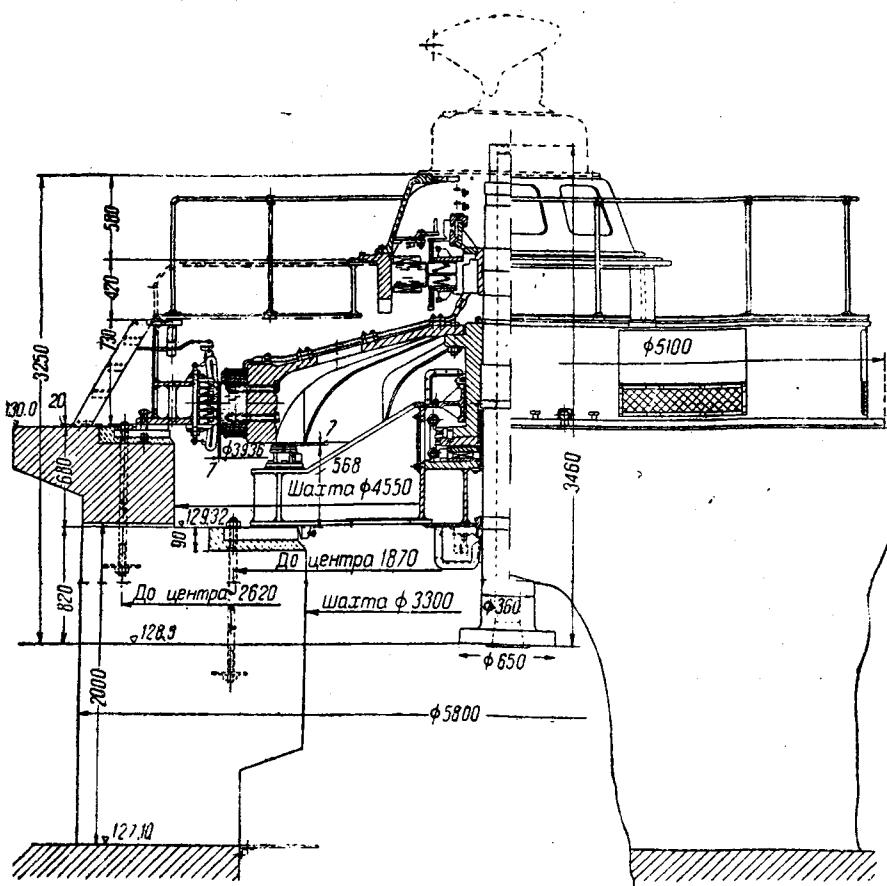


Рис. 4. Данные генератора: мощность — 1700 kVA, напряжение 6600 V, 125 об/мин,  $\cos \varphi = 0,8$

Опускание ротора в статор производится без вала. Подпятник пружинного типа расположен несколько ниже направляющего вкладыша. Давление на пяту около 80 т. 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 подпятники 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 V. 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 т. Монтаж ротора производится без вала. Общий вес генератора около 1000 т. Генераторы изготавливаются заводом «Электросила» им. Кирова.

Ниже приводится таблица наиболее крупных

Таблица 1

№ п/п	Название установки	kVA в единице	n об/мин	E V	D <sub>rot</sub> мм	Вес ротора т	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	Arier . . . . .	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 & CW
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	Oerlikon
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	Fiftin 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

W — Westinghouse

MV — Metro-Vickers

CW — Canadian Westinghouse

ютичных 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 рузынесущей крестовины и вала 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 рузынесущей 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 рузынесущей крестовины.

Одним из основных преимуществ зонтичного типа является возможность монтажа (опускание в статор) ротора генератора отдельно от вала. Это дает возможность значительно сократить максимальную высоту подъема крана, вследствие чего сокращается высота расположения подкрановых путей и высота здания.

Сокращение потребной высоты подъема при больших машинах может доходить до 5 т 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 маслоподаточных систем, все же на практике время от времени в про-

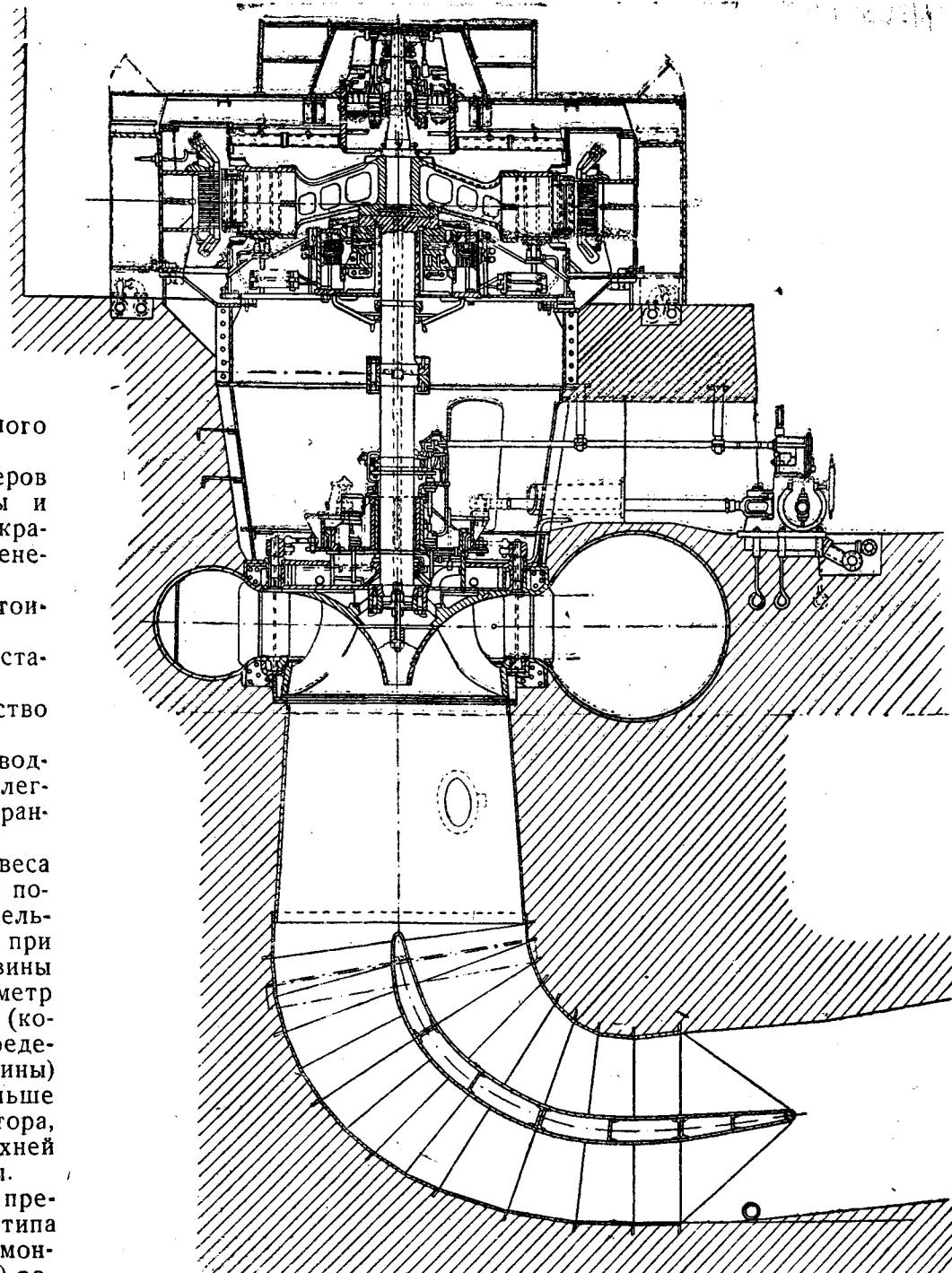


Рис. 5

цессе эксплоатации происходит перелив масла на обмотки ротора и статора. Сокращение мест наблюдения (отпадает наблюдение за маслом над ротором) также является положительным фактором, которым пренебречь не следует<sup>1</sup>.

Все это неоднократно проверено и подтверждено также американской практикой. Для иллюстрации ниже приводятся габарит и основные весовые показатели генератора 68 750 кВА, 62,5 об/мин, запроектированного в двух вариантах (рис. 6). Из сравнения этих вариантов видно,

<sup>1</sup> Эти вопросы более подробно рассмотрены в статье автора в «Вестнике электропромышленности», декабрь 1935.

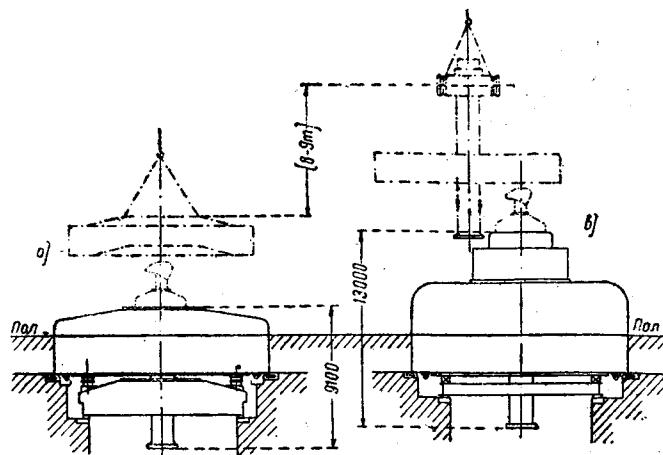


Рис. 6

а — зонтичное исполнение, общий вес — 1000 т, вес ротора (без вала и втулки) — 470 т, б — подвесное исполнение, общий вес — 1150 т, вес ротора с валом — 570 т

что зонтичный 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  $\sim 150$  т, и вес ротора для подъема краном на  $\sim 100$  т.

Могут быть высказаны сомнения относительно возможности спокойной работы зонтичного 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 кВА, 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

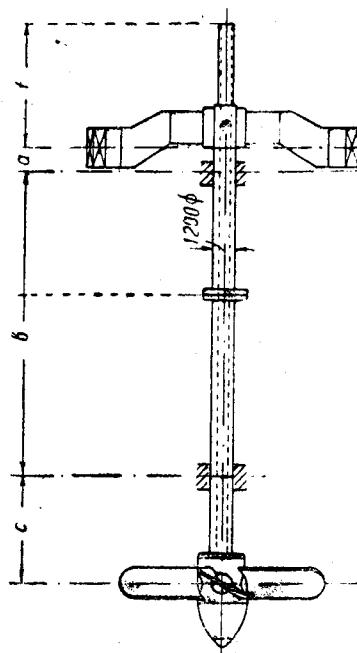


Рис. 7

спокойной работы такого агрегата можно считать величину  $a$ , т. е. расстояние от центра тяжести ротора до линий центра вкладыша при правильных 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 возбудитель), никакой роли не играют: вследствие своего малого веса по сравнению с ротором генератора.

Однако в последнее время фирмой GEC выпущено несколько крупных единиц зонтичного типа с двумя направляющими вкладышами (Bonneville Dam, Wheeler Dam). Ранее же эта фирма изготавлила большое количество зонтичных 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 normally этой фирмой выполняются сварными<sup>2</sup>. Фирма Westinghouse, которая продолжает выпускать генераторы зонтичного типа с одним направляющим вкладышем, normally 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	$n$ об/мин	Диаметр вала, мм	$a$ мм	$f$ мм	Число вкладышей	Завод-изготовитель
1	Spier Falls . .	47 000	81,8	914	1020	$\sim 3740$	1	GEC
2	Ariel . . . .	56 250	120	860	$\sim 1417$	$\sim 3300$	1	GEC
3	Rock Island . .	16 667	100	762	$\sim 1460$	$\sim 2600$	1	GEC
4	Safe Harbour . .	31 111	109	762	$\sim 1400$	$\sim 3120$	1	GEC
5	Safe Harbour . .	31 111	109	762	$\sim 400$	$\sim 4500$	1	W
6	Osage . . . .	27 500	112,5	673	$\sim 250$	$\sim 1100$	1	W
7	Norris Dam . .	56 000	112,5	840	$\sim 445$	$\sim 2500$	1	W
8	Wheeler Dam . .	36 000	85,7	865	$\sim 1580$	$\sim 4440$	2	GEC
9	Bonneville Dam . .	48 000	75	1016	$\sim 2300$	$\sim 4450$	2	GEC
10	Иваньково . .	18 000	100	750	650	32,0	1	«Электроросила» им. Кирилова
11	Карамышево . .	1 700	125	—	0	—	1	English Electr. Co
12	Tongland P. st. .	13 700	214	456	360	2600	1	English Electr. Co
13	Arapuni New Zealand . .	24 000	214	520	0	3600	1	MV

<sup>2</sup> Изогнутые сварные спицы по сравнению с прямыми обходятся 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 истового железа и имеют изогнутую форму (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 подшипника, небаланс в роторе, недопустимо большая неравномерность зазора и т. д. Но все эти недостатки одинаково недопустимы и в генераторах подвесного 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 подвесного 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 подвесном типе, будет работать, безусловно, спокойнее, чем генератор подвесного 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 эксплоатации 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 подвесном типе, то по крайней мере такой же легкой. Если же учесть, что при этом не требуется разбирать возбудители 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 эксплоатации, 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-

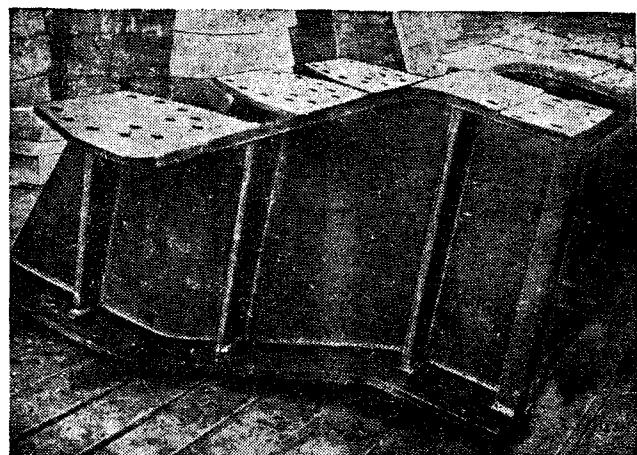


Рис. 8

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 применяемости зонтичного типа трудно ввиду особых требований поставщика турбины и строительства (разгонное число оборотов, маховой момент, давление на пяту, размеры турбинной шахты и т. д.)<sup>8</sup>.

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 Иваньково завода «Электросила». Интерес представляет заключение руководства американской гидростанции Saluda, эксплуатирующей зонтичного типа гидрогенераторы без вкладыша над ротором в течение  $6\frac{1}{2}$  лет.

В заключение указывается:

1. За  $6\frac{1}{2}$  лет работы не обнаружено каких-либо ненормальных вибраций верхнего конца вала.

2. Доступ к подпятнику и направляющему подшипнику не вызывает трудностей.

3. Опыт работы с генераторами другого типа (подвесного), 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 кВА в единице при 138,5 об/мин, являются генераторами весьма большой мощности и сравнительно быстроходными.

<sup>8</sup> 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, ВЭИ № 8, стр. 327 и № 9, стр. 317, 1931.
2. А. Е. Алексеев, Вентиляция современных гидрогенераторов вертикального исполнения, ВЭП № 4, стр. 157, 1932.
3. Р. Аббе, 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 Rockland Hydroelectric Development, El. Eng., Sept. 1932.
8. E. Jaeger, Drehstrom Generator für das Kraftwerk Beauharnois (Canada), Bull. Oerlikon № 148/149, Okt.-Nr. 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 словаре включены также основные термины по математике, акустике, оптике, преобразованию и распределению 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 автомобилекровки и электрической централизации.** М., Трансжелдориздат, 1937, 128 стр. (НКПС СССР. Центр. управл. сигнализации и связи. Сборник № 1). Беспл.

Нормы разработаны Трестом Транссынгнальсвязьстрой 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. (Электропром). 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
Шуров С. В. — Электрификация сельского хозяйства СССР . . . . .	29
Золотарев Т. Л. и Караполов 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

ский редактор А. П. Александрова  
дакцией М. Г. Башкова

Ответственный редактор Я. А. КЛИМОВИЦКИЙ

ено в № 6. 21/X 1937 г. Подп. к печ. 7/XII 1937 г. Стат. форм. 226 × 293 Печ. л. 7½+1 вкл. У. а. л. 9,1. Печ. зн. в л. 78 800  
юан. Главл. Б—31126. 1-я Журнальная тип. ОНТИ НКТП СССР. Москва, Денисовский пер., 30. Зак. 2241 Тираж—9743.

## Хромоникелевые нагревательные проволоки и ленты

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, высокомных сопротивлений  
для радио (сопротивление проволок до 5500 Ω на м) и т. д. и т. д.



1783—1933

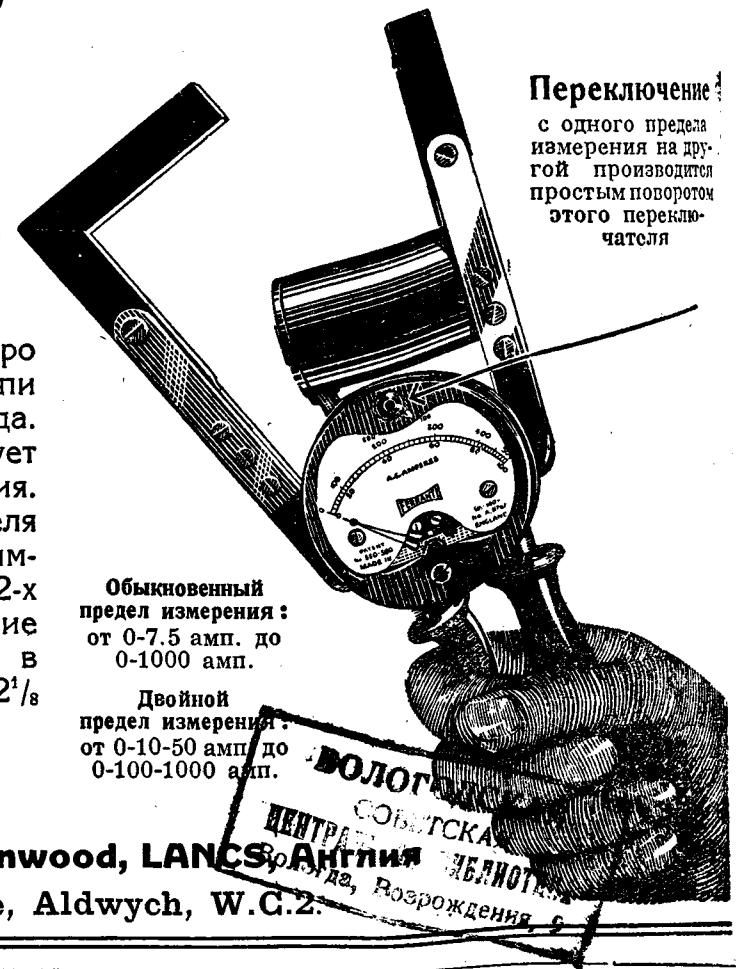
**SÖDINGSTAHLWERKE**

— J. C. Söding & Halbach — Hagen in Westfalen

2844

# 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 щеки 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.



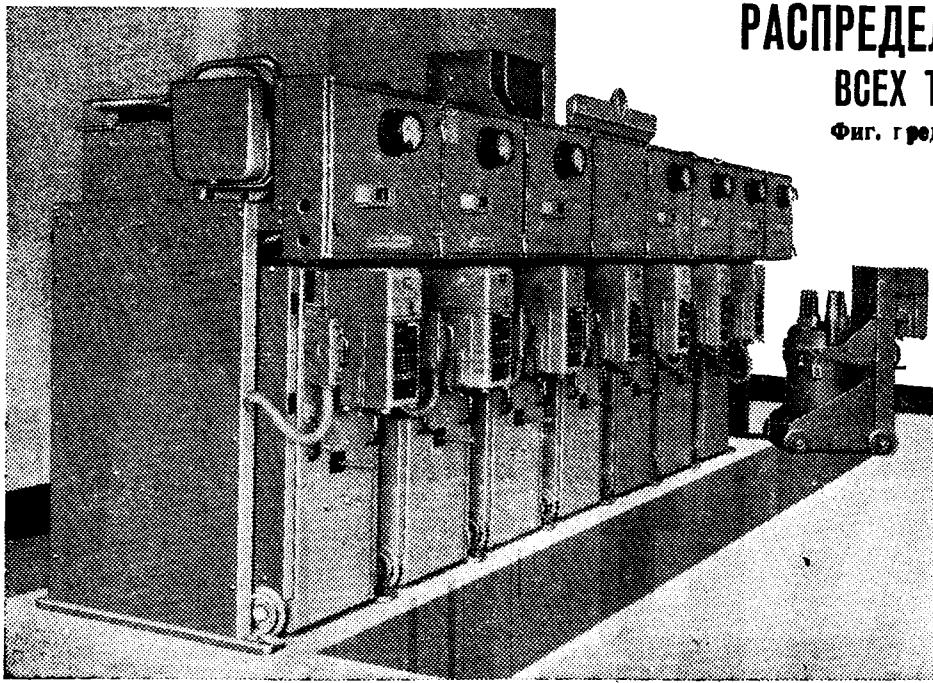
Переключение  
с одного предела  
измерения на дру-  
гой производится  
простым поворотом  
этого переклю-  
чателя

**FERRANTI LTD.**, Hollinwood, LANCS, Англия  
Бюро в Лондоне: Bush House, Aldwych, W.C.2.

Б.1.22б

## РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ВСЕХ ТИПОВ ДО 220 КВ И 2500 МВА

Фиг. представлена одна из наших специальностей



Установки, построенные по прин-  
ципу бронировки с вертикальным  
раз'единением и круглыми ма-  
лляниками.

Экономнее чем любой другой  
типа  
высокая разрывная мощность  
безопасность  
прочность  
компактность  
не требует особого помещения  
легкодоступность  
легкий уход  
быстрая установка  
пыленепроницаемость  
легкое расширение

**FERGUSON, PAILIN LTD.**  
MANCHESTER • ENGLAND

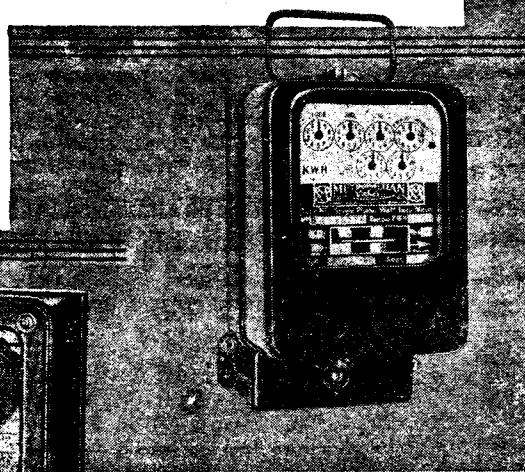
Если Вы еще незнакомы с нашими изделиями, мы вышлем печатный материал по первому требованию.

Отдельные единицы для моторов  
и комплектные установки для  
электрич. станций и индустрии.

# Измерительная и защитная аппаратура

## Счетчики

Реле



для переменного  
и прямого тока



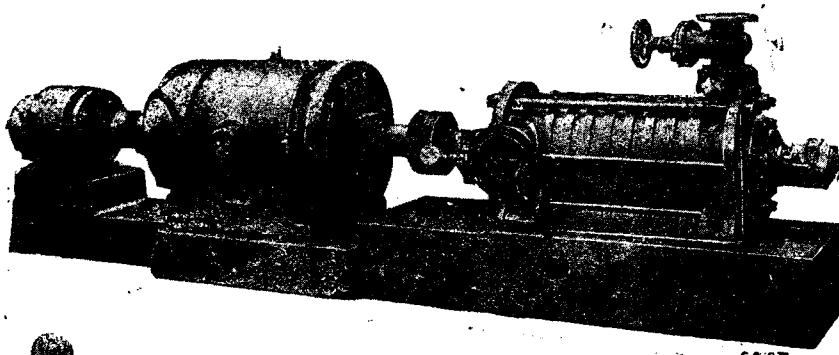
МЕТРОПОЛИТЭН  
Виккерс

ЭЛЕКТР.

АКЦИОНОРНОЕ ОБЩЕСТВО

## A. C. E. C.

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi  
CHARLEROI (БЕЛЬГИЯ)



## ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ

для всяческих целей

Любой производительности -;- Любой 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 высыпается нами по первому требованию.

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 изящной 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.

ДЛЯ

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 ампера, 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 : ± 3° 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 ИССТРУМЕНТЫ  
“МЕГГЕР”

Фабриканты ряда  
приборов для испы-  
тания изоляции про-  
водов составили на  
русск. языке полный  
список изготовленных  
ими аппаратов.

Требуйте по нижеуказанному  
адресу бесплатной присылки  
списка № R. 178.

ENGLAND

CHISWICK  
LONDON

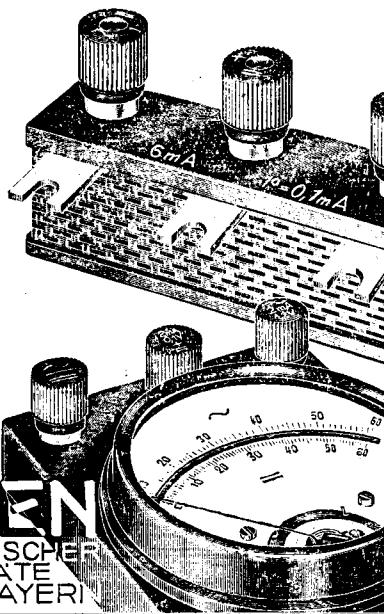
EVERSHED & VIGNOLES, LTD.

## Преимущества

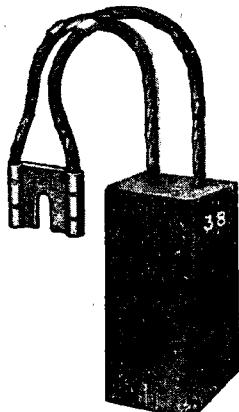
сменных сопротивлений манометра WG (см. предыдущие и последующие об'явления) заключаются:

в соответствии  
электрических  
единиц,  
возможности любо-  
го подразделения  
шкалы,  
удобстве и простоте  
починки,  
достижении макси-  
мальной точности  
измерения и  
низкой цене

6735



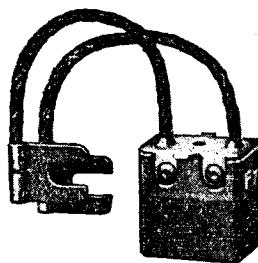
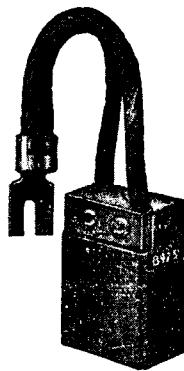
**GOSEN**  
FABRIK ELEKTRISCHE-  
MESSGERÄTE  
ERLANGEN-BAYERI



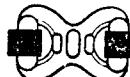
**SCHUNK & EBE**  
**GIESSEN** (Германия)

Фабрика угольных щеток и щеткодержателей

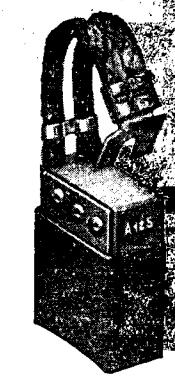
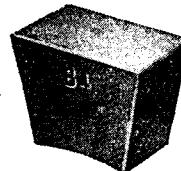
Мы являемся между прочим постоянным поставщиком всех сортов и качеств изображенных в настоящем об'явлении угольных щеток для советских промышленных предприятий



Наша фабричная марка



гарантия высокого качества



Выписка заграничных товаров может последовать лишь на основании действующих в СССР правил о монополии

Вологодская областная универсальная научная библиотека

[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)

# JOHNSON & PHILLIPS, LTD.

ELECTRICAL ENGINEERS & CABLE MAKERS  
CHARLTON LONDON

Джонсон и Филлипс, Лимитед  
ЛОНДОН, АНГЛИЯ  
ООО

Заводы ДЖОНСОН и ФИЛЛИПС предоставляют Вам  
использоваться их более чем 60-ти летней промы-  
щленной практикой, а также высококачественным  
выполнением, признанным инженерами всего мира

КАБЕЛИ вплоть до 33.000 вольт

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ДОСКИ

Специальность: распределительные  
доски для индустрии

ТРАНСФОРМАТОРЫ

СТАТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ  
для увеличения активности электрич. силы

ВОЗДУШНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
ПРОВОДКА и материалы для нее

ИНСТРУМЕНТЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ

ПОСЫЛАЙТЕ НАМ ВАШИ ЗАПРОСЫ!

Выписка заграничных товаров может последовать лишь  
на основании действующих в СССР правил о монополии  
внешней торговли.