

jąc, aby po dalszych czterech latach (rok 1939 traktujemy jako pełny rok kalendarzowy) podwoić tę liczbę. Ta poprawa koniunktury nie powstała z niczego – wyjście z kryzysu zapewniły:

- a) środki przewidziane przez państwo;
- b) środki zastosowane przez samych przemysłowców.

Interwencjonizm państwowy. Dotychczasowy liberalizm władz rządowych, przejawiający się w pozostawieniu zarówno przemysłu, jak zaopatrzenia rynku samemu sobie, bez choćby próby regulowania krajowej wytwórczości i importu (zgodnie z francuskim powiedzeniem – *laissez faire*), nie zdał w naszych warunkach egzaminu. W wyniku nowej polityki gospodarczej pojawił się więc na jego miejsce interwencjonizm państwowy. Zakres jego działania można podzielić na pasywny, np. redukcja przywozu towarów z zagranicy, i aktywny, jak podjęcie wielkich inwestycji, a nawet tworzenie państwowych zakładów przemysłowych.

Ochrona krajowego przemysłu przed konkurencją zagraniczną znalazła swój wyraz w obowiązującym od 1.1.1932 r. [2.50, 2.154] zakazie importu długiej listy wyrobów, m.in. elektrotechnicznych, jak kable, przewody, maszyny elektryczne, aparaty, materiały instalacyjne, żarówki itp. Import tych wyrobów był możliwy tylko za zgodą Ministerstwa Przemysłu i Handlu, lecz w tym przypadku obowiązywały podwyższone stawki celne. Ochrona celna była szczególnie ostro stosowana w stosunku do wyrobów sprowadzanych z Niemiec (tzw. „wojna celna”). Skuteczność bariery celnej jest widoczna z porównania wartości pokrycia zapotrzebowania krajowego na wyroby elektrotechniczne w latach 1925 i 1935 [2.10]. Przy łącznej wartości produkcji własnej i importu w obu tych latach (niemal takiej samej, tj. 115 mln zł), stosunek tych wartości wynosił w 1925 r. – 26:74, a w 1935 r. – 79:21 (kraj: import).

Wielkie inwestycje państwowe obejmowały m.in. budowę Centralnego Okręgu Przemysłowego, portu w Gdyni, rozbudowę przemysłu zbrojeniowego, początek elektryfikacji węzłów kolejowych. Do wielkich inwestycji trzeba zaliczyć zaprojektowanie przez Zjednoczenie Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego pierwszej w Polsce linii energetycznej wysokiego napięcia z Warszawy przez Starachowice do Rożnowa, zapory na Dunajcu (Rożnów) i Sole (Porąbka). Do tych i wielu innych obiektów było potrzebne wyposażenie elektryczne, dostarczane – wbrew rozpowszechnianej dawniej opinii o braku zaufania do wyrobów krajowych – w dużej części przez polskie fabryki elektrotechniczne, które musiały się zdobyć na wielki wysiłek finansowy i techniczny, aby opanować produkcję jednostek o niespotykanych dotychczas w Polsce parametrach. Jest zrozumiałe, że w zakresie urządzeń elektrycznych dużej mocy zamówienie na nie mogły przyjąć tylko wielkie przedsiębiorstwa, dysponujące odpowiednią mocą produkcyjną, parkiem maszynowym, i kadrą inżynierską, a w pewnych przypadkach mające jeszcze oparcie techniczne w powiązaniach licencyjnych

z przodującymi w świecie koncernami. W zakresie zaś urządzeń małej mocy, lecz bardzo specjalistycznych, potrzebnych w małych ilościach, szanse na dostawę miały również małe przedsiębiorstwa, ale tylko wówczas, gdy były kierowane przez wybitnie zdolnych konstruktorów. Kryterium wysokiej wartości technicznej lub odpowiednio potężnej zdolności produkcyjnej wyselekcjonowało w każdej branży nieliczne firmy, które „liczyły się” na rynku krajowym i które wskutek tego potrafiły skoncentrować prawie całą produkcję, pozostawiając drobnym i słabym wytwórniom tylko marginesowe zadania.

Należy jeszcze dodać, że interwencjonizm rządowy, wyrażający się w założeniu kilku państwowych zakładów inżynieryjnych, nie objął dziedziny elektrotechniki silnoprądowej.

Kartele. Wyselekcjonowane firmy, o których wspomnieliśmy, dążyły do narzucania cen i warunków odbiorcom swoich wyrobów. Było to możliwe tylko przy zaniechaniu konkurencji i nawiązaniu wzajemnych porozumień wewnątrz danej branży. Powstawały więc kartele, których celem było regulowanie dopływu zamówień według przyjętego klucza i stosowanie uzgodnionych cenników.

Istniało kilka form tego rodzaju porozumień. W skali międzynarodowej objęły one przemysł żarówek. Do kartelu żarówkowego Phoebus w Zurychu należały międzynarodowe koncerny Philips, Osram, Tungsram, mające w Polsce swe fabryki. W zakresie przemysłu kabli i przewodów istniały również powiązania kartelowe z zagranicą. Sprzedaż na rynek krajowy regulowały biura sprzedaży karteli, zwane Centroprzewód, Centromiedź, Centrorur – opisane szczegółowiej w dalszym tekście. Odbiorcy kierowali zamówienia do tych central, które rozdzielały je na poszczególne fabryki. Obowiązywały jednakowe ceny na wyroby fabryk kartelowych.

W zakresie aparatów elektrycznych i mierników nie próbowano zawiązać kartelu, natomiast w zakresie maszyn elektrycznych były podejmowane próby tajnego porozumienia. Firmy Rohn Zieliński, PTE i Skoda przez pewien czas prowadziły wspólny rejestr napływających zapotrzebowań na dostawy silników i zobowiązały się, że w ofertach (zwłaszcza do przetargów) ta firma poda najniższą cenę i najkrótszy termin dostawy, której według ustalonego klucza przypada realizacja zamówienia; pozostali partnerzy mieli podać w ofertach gorsze warunki. Jednak wzajemna nieufność partnerów porozumienia, a także zdarzające się przypadki zamawiania silników nie u najtańszego, lecz z innych względów najdogodniejszego dostawcy, spowodowały zerwanie tego porozumienia i na nowo zaostrzyła się walka konkurencyjna między tymi przedsiębiorstwami. W końcowej fazie okresu międzywojennego są widoczne następujące tendencje:

– Koncentracja produkcji w stosunkowo dużych fabrykach: w 1939 r. 27 fabryk elektrotechnicznych (bez radia i telefonów) skupiało 87% wartości całej produkcji (180 mln zł).

– Duża poprawa technologii związana z przejściem z produkcji jednostkowej na seryjną w zakresie wyrobów typowych, zwłaszcza takich, jak silniki małej i średniej mocy, aparaty rozdzielcze i sterujące niskiego napięcia, mierniki, akumulatory, przewody. W miejsce obrabiarek uniwersalnych stosowano więcej maszyn specjalnych, a wyroby typowe często można było nabyć ze składu lub z bardzo krótkim terminem dostawy.

– Poprawa jakości, jako skutek rozwijającej się działalności SEP w zakresie normalizacji i znaku przepisowego.

– Szersze niż poprzednio wiązanie się z przodującymi koncernami zagranicznymi drogą nabywania licencji. Przedsiębiorstwa reklamujące się jako czysto polskie z tej możliwości też korzystały, np. Polskie Towarzystwo Elektryczne związało się finansowo i technicznie w 1938 r. ze szwedzką firmą ASEA, a Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotański i S-ka zawarła umowę licencyjną z firmą Delie we Francji.

Jednak mimo wyraźnego rozwoju przemysłu elektrotechnicznego pod koniec okresu międzywojennego nie brakowało słów krytyki. Wiceprezes Polskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrycznych Julian Bulzacki [2.10] wyraził obawy co do dalszej pomyślnej koniunktury-, wymieniając jako przyczyny hamujące rozwój:

– bardzo małą pojemność rynku, wobec opieszalej elektryfikacji kraju;

– niedostateczną rentowność; na 27 istniejących w 1935 r. spółek akcyjnych przemysłu elektrotechnicznego 16 wykazało niewielkie zyski, ale straty pozostałych 11 przewyższały te zyski.

O wiele krytyczniej ocenił ponowny wzrost produkcji elektrotechnicznej inż. Kazimierz Szpotański w swym referacie, wygłoszonym na IX Walnym Zgromadzeniu SEP w 1937 r. [2.154]. Po zakwestionowaniu liczb podawanych w statystyce dotyczących wartości produkcji przemysłu elektrotechnicznego porównał Szpotański sytuację w Niemczech i w Polsce. Podkreślając, że w przemyśle tym pracuje w Niemczech 350 000, podczas gdy w Polsce zaledwie 12 000 osób, sformułował następujący wniosek:

„Aby osiągnąć za 25 lat połowę tej potęgi, jaką dziś posiada niemiecki przemysł elektrotechniczny, musiałby przemysł nasz inwestować rok rocznie 40 mln zł, a nie zanosić się na to, aby był cień nadziei, że ktokolwiek zdoła i zechce tak uczynić”.

Nie tylko brak kapitału hamował rozwój tego przemysłu. W Polsce studia kończyło ok. 160 inżynierów rocznie, z tego ok. 50 zatrudniano w przemyśle, co odpowiadało tysiącowi robotników, a więc dogonić sąsiada można za 150 lat! Po sformułowaniu że „... przemysł jest nie tylko fundamentem obronności kraju, jest jeszcze czymś znacznie większym, jest źródłem dobrobytu kraju”. K. Szpo-

tański stwierdził, że władze nie miały zrozumienia tej jego roli. Dowodem tego była wadliwa zasada pobierania progresywnego podatku od zysków, którego stopa zależy tylko od absolutnej wielkości zysku, a nie od wielkości przedsiębiorstwa lub jego obrotu. Przykładowo podatek ten wynosił przy 10% zysku od kapitału 100 000 zł – 7,4%, a od kapitału 2 mln zł – 35%, co oczywiście przeciwdziało tworzeniu dużego przemysłu. W dodatku wszelkie inwestycje a także nieściągalne należności były doliczane do zysku. Te fiskalne trudności nie wróżyły prawidłowego rozwoju przemysłu i zmusiły K. Szpotańskiego do wypowiedzenia gorzkich słów, dobitnie charakteryzujących stosunki w okresie międzywojennym:

„Rekapitulacja wniosków jest po prostu przygnębiająca. Cóż za widoki mogą być na przyszłość dla rozwoju przemysłu elektrotechnicznego, jeżeli stwierdzimy niesłychane opóźnienie w stosunku do innych krajów, jeżeli brakuje fachowców kierowniczych i wykonawczych, jeżeli nie ma kapitałów dostatecznych dla wzmożenia ruchu, jeżeli ustawa o podatku dochodowym i opodatkowanie inwestycji hamują wszelką inicjatywę, jeżeli szereg drobniejszych warunków ustawowo przeszkadza naturalnemu pędowi ku poprawie, jeżeli nawet sam przemysł nie jest bez winy, ulegając często wskazaniom spekulacyjnym”.

W dwa lata później – na XI Walnym Zjeździe SEP w Katowicach, tuż przed wybuchem wojny inż. Zygmunt Gogolewski wygłosił jeden z głównych referatów pt. „Widoki rozwoju przemysłu elektrotechnicznego na tle osiągnięć ostatnich lat” [2.32]. Przyjmując wartość tego przemysłu w 1928 r. za 100, otrzymano za 1938 r. wskaźnik 374,9, a ponieważ wyroby staniały, więc wzrost produkcji towarowej był jeszcze większy, podczas gdy w przemyśle metalowym wskaźnik ten wynosił tylko 148. Autor czynił też porównania z Niemcami, stwierdzając m.in., że wydajność pracy była tam znacznie większa. W Polsce średnio na 1 robotnika przypadała produkcja o wartości 10 000 zł, w Niemczech 6750 mk, czyli 14 000 zł. W konkluzji Z. Gogolewski stwierdził, że możliwości rozwoju przemysłu elektrotechnicznego były bardzo duże, tempo rozwoju będzie mogło być większe niż dotychczas, ale muszą być spełnione następujące podstawowe warunki:

- 1) dopływ kapitałów,
 - 2) rozwiązanie problemu inżynierów, techników i fachowców,
 - 3) utworzenie kooperujących przemysłów pomocniczych.
- Przewidywania te w 3 miesiące później brutalnie zostały przekreślone klęską wojenną i okupacją kraju.

Wspomnimy jeszcze o innym problemie, w zakresie którego przewidywania ówczesne miały być spełnione dopiero w Polsce Ludowej: Na IX Walnym Zgromadzeniu SEP w 1937 r. przyjęto wniosek:

„Stwierdza się potrzebę utworzenia Polskiego Instytutu Elektrotechnicznego, jako instytucji mającej na celu prowadzenie badań naukowych i naukowo-technicznych z zakresu elektrotechniki prądów silnych na wzór wielkich instytutów narodowych innych krajów” [2.113].

STATYSTYKA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO MIĘDZY WOJNAMI

Ogólna wielkość całego przemysłu elektrotechnicznego w poszczególnych latach okresu międzywojennego nie jest łatwa do określenia.

Przede wszystkim trzeba zdefiniować, jaki zakres przemysłu będzie przedmiotem rozważań. Zgodnie z założeniem przyjętym przez wydawnictwo „Historia elektryki polskiej” należy wyłączyć przemysł tele- i radiotechniczny, któremu jest poświęcony inny tom tego dzieła. Nie sprawia to większych trudności w zakresie przemysłu wyłącznie „słaboprądowego”, a więc fabryk telefonów, radioaparatów itp. Miały jednak miejsce często przypadki produkcji mieszanej, gdy np. część wyrobów fabryki kabli stanowiły druty telefoniczne lub gdy wtyczki i gniazdka radiowe wytwarzano ubocznie w fabryce osprzętu instalacyjnego, lub gdy część baterijek i akumulatorów przeznaczono do zasilania urządzeń łączności, a nawet część maszyn wirujących konstruowano do tego celu. W tych wszystkich przypadkach zaliczymy całość produkcji danej fabryki do odpowiedniej rubryki statystycznej i branży. Jedynym wyjątkiem wyodrębnienia części wyrobów z pełnej produkcji fabrycznej jest branża źródeł światła, w której zostały pominięte lampy radiowe, mimo że były one wytwarzane w kilku fabrykach równolegle z żarówkami.

Jeżeli chodzi o początek rozważanego okresu, to z braku wiarygodnych źródeł nie można przyjąć wcześniejszej daty niż rok 1925. Po wskazujących tylko z grubsza rząd wielkości liczbach, podanych w końcu rozdziału pierwszego i odnoszących się do lat 1913 – 1914, będzie więc luka ponad dziesięcioletnia. Z różnych źródeł wiadomo, jakie przed 1925 r. istniały fabryki, ale tylko w bardzo nielicznych przypadkach podawały one rozmiary swej produkcji lub liczbę zatrudnionych osób, tak że zbiorczego zestawienia dla całości przemysłu elektrotechnicznego nie można utworzyć na tej podstawie.

Jako końcowy moment statystyki międzywojennej przyjmujemy w zasadzie rok 1938, a tylko niekiedy rok 1939, ekstrapolując rzeczywiste dane z pierwszych 8 miesięcy tego roku na cały rok kalendarzowy po to, aby uzyskać porównywalne roczne jednostki czasu.

Po tych uściśleniach przedmiotu rozważań należy omówić źródła informacji. Są one dwojakiego rodzaju: publikacje GUS i zamieszczane w fachowej prasie lub wydawnictwach referaty i artykuły różnych autorów. Należy podkreślić brak zgodności między tymi źródłami.

Wydawnictwa GUS. *Roczniki Statystyki Rzeczypospolitej Polskiej* [2.117] z lat 1928 i 1929 nie dają jasnego materiału liczbowego, określającego rozmiary produkcji elektrotechnicznej. W dziale VII „Przedsiębiorstwa przemysłowe i handlowe oraz zrzeszenia gospodarcze” są zawarte dane o liczbie spółek akcyjnych i spółek z ograniczoną odpowiedzialnością, ale są to dane wspólne dla przemysłu i handlu maszynowego oraz elektrotechnicznego. Dział VIII „Górnictwo i przemysł” zawiera wprowadzone wydzielone dla przemysłu elektrotechnicznego dane o liczbie zakładów czynnych i zatrudnieniu w nich (tabl. 2.4), ale brakuje wszelkich danych o wielkości produkcji lub jej wartości, mimo że GUS prawdopodobnie tymi danymi dysponował. Wynika to z artykułu inż. J. Romana [2.118], który podaje, że opierał się na danych dostarczonych przez GUS, gdy określił za lata 1924–1928 wielkość w tonach i wartość w mln zł produkcji i przewozu z zagranicy maszyn wirujących i transformatorów.

Tablica 2.4

DANE DOTYCZĄCE LICZBY ZAKŁADÓW CZYNNYCH W PRZEMYSŁE ELEKTROTECHNICZNYM WG ROCZNIKÓW STATYSTYKI RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ, DZIAŁ VIII „GÓRNICTWO I PRZEMYSŁ”*

Rocznik za rok	1928	1929	1930
Dane na dzień 31.XII. roku	1926	1927	1928
<i>Przemysł Elektrotechniczny</i>			
Liczba zakładów	118	88	124
Zakłady czynne	116	86	121
Liczba robotników	3038	5433	9433
w tym mężczyźni	1578	2815	5190
kobiet	866	1729	2803
młodocianych	594	889	1440
Liczba zakładów zatrudniających również personel umysłowy	98	71	85
Personel – osób	713	1066	1234
w tym administracja	406	687	
personel techn. kierowniczy	131	140	
personel techn. niższy	176	239	
Liczba zakładów posiadających silniki	80	69	

Po raz pierwszy dopiero w ostatnim *Roczniku Statystyki RP* z 1930 r. podano za 1928 r. wielkość produkcji niektórych wyrobów elektrycznych, lecz bez wskazania jej wartości. Ponieważ jest to pierwsza w ogóle oficjalna informacja o rozmiarach tego przemysłu, przytaczamy te dane w tabl. 2.5.

W następnych latach *Roczniki Statystyki RP* przestały się ukazywać, natomiast wydawano *Mały Rocznik Statystyczny* [2.90]. W pierwszych tomach tego wydawnictwa (z lat 1930 i 1931) brakuje danych o produkcji elektrotechnicznej

Tablica 2.5

NAJDAWNIEJSZA STATYSTYCZNA PUBLIKACJA O PRODUKCJI PRZEMYSŁU ELEKTRYCZNEGO (ROCZNIK STATYSTYKI RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ–ROK 1930, DZIAŁ VIII – TABL. 25, STR. 107, PRZEMYSŁ HUTNICZY, METALOWY, MASZYNOWY I ELEKTROTECHNICZNY). PRODUKCJA (DANE ZA 1928 R.)

Wyroby	Sztuk	Ton	Kilowatów
Maszyny elektr. prądu stałego	693	-	8788
Maszyny elektr. prądu zmien. synchron.	286	-	3396
Maszyny elektr. prądu zmien. asynchron.	7804	-	34073
Akumulatory i części do nich	189296	1127	
Ogniwa, baterie	6521001	963	
Żarówki	5109665	-	
Przewodniki wszelkie	-	13470	

i dopiero począwszy od 1932 r. podawano w tonach lub sztukach oraz w złotych wielkość i wartość produkcji niektórych ważniejszych artykułów elektrotechnicznych, lecz tylko tych, które były wytwarzane w zakładach przemysłowo-przetwórczych I–VII kategorii, a więc bez małych fabryk, które zaliczano do VIII kategorii. Dane te za 1929 r. objęły tylko 4 pozycje (maszyny elektryczne wirujące, akumulatory i ich części, ogniwa i części, żarówki elektryczne). W późniejszych *Małych Rocznikach Statystycznych* (1937–1938–1939) wymieniano już 10 pozycji „silnoprądowych”, ale podawane dla porównania liczby za lata wcześniejsze często różniły się od pierwotnie podanych. Dlatego *Małe Roczniki Statystyczne można* – i to z zastrzeżeniami – uznać za źródło informacji tylko o danej, wymienionej w nich, grupie wyrobów, natomiast nie należy na ich podstawie określać rozmiarów całej produkcji przemysłu elektrotechnicznego.

Znacznie bardziej szczegółowe są dane publikowane w dwutygodniku *Wiomości Statystyczne* [2.169]. Niestety, pierwszą informację o produkcji niektórych artykułów elektrotechnicznych znajdujemy dopiero w X roczniku tego wydawnictwa (którego pierwszy numer ukazał się 18.10.1923 r.) – w zeszycie 36 z 25.12.1932 r., zawierającym dane za lata 1930 i 1931 i (niepewne) za 10 miesięcy 1932 r. (statystyka miesięczna). I te dane, choć rozbite na 16 rodzajów wyrobów, a w ostatnich przedwojennych rocznikach *Wiomości Statystycznych* na 19 rodzajów, nie licząc radio- i teletechniki, nie są kompletne i różnią się nie tylko w retrospektywnych liczbach podawanych porównawczo za lata ubiegłe, ale i w zestawieniu z danymi w *Małych Rocznikach Statystycznych*.

Dane te przedstawiające wartość produkcji zawiera tabl. 2.6., a dotyczące liczby ton, sztuk lub innych jednostek nie dających się zsumować dla całego przemysłu elektrotechnicznego, są przytoczone w rozdziałach, omawiających poszczególne branże.

PRZEMYSŁ ELEKTROTECHNICZNY W OKRESIE MIĘDZYWOJENNYM

Tablica 2.6

WARTOŚĆ PRODUKCJI NIEKTÓRYCH WYROBÓW ELEKTROTECHNICZNYCH W LATACH 1932 – 1939 NA PODSTAWIE WIADOMOŚCI STATYSTYCZNYCH GUS (W TYS. ZŁ)

Rodzaj wyrobu elektrotechnicznego		Rok								
		1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
		1932 r., nr 36		1935 r. Str. 712	1936 r., str. 720			1938 r.	1939 r., nr 4	
I	Maszyny Elektryczne	712	4056	2496	2921	5449	4509	5573	9523	13686
	Przetwornice			197	202	428	372	515	173	124
	Transformatory	1860	720	872	1020	1304	1827	2599	4141	8395
		9072	4776	3565	4143	7181	6708	8687	13837	22205
II	Akumulatory i Ich części	5256	2748	5303	5240	5023	4058	4854	5733	5428
	Ogniwa i ich części	4992	5028	3613	4158	4616	3645	4562	4733	7389
		10248	7776	8916	9398	9639	7703	9416	10466	12817
III	Urządzenia rozd.	168	168	701	267	1053	973	1142	1428	1284
	Skrzynki przyłączone	564	492	424	440	606	894	1287	1692	3302
	Wyłączniki olejowe	660	600	591	510	512	749	676	1534	1747
	Bezpieczniki i sprzęt instalacyjny	4464	3408	2410	2651	3636	5272	5759	8585	10666
	Liczniki			1374	788	1687	2360	2704	3072	3876
	Rurki izolacyjne	2196	1740	1558	1530	1678	1526	1249	1132	1040
	Świeczniki	4068	720	1456	1054	1190	2490	3061	3666	4116
	Przyrządy gosp. Dom.	528	432	1443	669	1005	1237	1986	2682	3157
	Przyrządy elektromedyczne	96	108	94	85	78	174	449	283	305
		1744	7668	10045	7994	11445	15677	18313	24074	29493
IV	Żarówki normalne	11616	8388	10981	8183	7001	9788	10837	9849	10915
	Żarówki karzelkowe								758	652
		11616	8388	10981	8183	7001	9788	10837	10607	11567
V	Przewody gołe	3492	1596	2590	4738	3540	4721	8046	14205	11293
	Przewody izolowane	7716	5196	5824	39072	4835	7696	8266	12312	15110
	Przewody obołowione	20976	22188	7826	7386	9275	11862	18304	21024	27493
		32184	28980	16240	16096	17650	24279	34616	47541	53896
	Razem I - V	75864	57588	49749	45814	52916	64155	81869	106525	129978
Wartość zaokrąglona. w mln zł		75,9	57,7	49,7	45,8	52,9	64,2	81,9	106,5	130

W tablicy 2.6 zsumowano wartość produkcji w każdej z branż przemysłu elektrotechnicznego i wyliczono sumę łączną, ale trzeba pamiętać, że sumy te nie przedstawiają rzeczywistej wartości całego przemysłu, ponieważ składniki obejmują nie wszystkie, lecz tylko reprezentatywne wyroby, a również ze względu na problematyczną wartość przedwojennej statystyki, nie opartej na tak ścisłej sprawozdawczości fabryk, jak to występuje w warunkach gospodarki państwowej. Przedsiębiorcy ówczesni składali do GUS dane przeważnie niekontrolowane, niekiedy – np. ze względów podatkowych – zaniżone, innym razem, np. ze względów reklamowych – zawyżone. Ponadto często była mylona produkcja i sprzedaż (ze składu) i nie były zdefiniowane ceny, po których należało liczyć wartość dla Głównego Urzędu Statystycznego.

Inne źródła. W przedwojennych zeszytach *Przeglądu Elektrotechnicznego* znajdujemy artykuły, których autorzy starali się określić wielkość produkcji całego przemysłu elektrotechnicznego w poszczególnych latach.

L. Jętkiewicz [2.51] podał, że wartość produkcji 124 zakładów elektrotechnicznych wyniosła w 1929 r. 119 255 tys. zł. Liczba ta wydaje się być wyolbrzymiona, uwzględniając nawet okoliczności, że obejmuje ona również przemysł tele- i radiotechniczny.

Inż. F. Karśnicki [2.55] wygłosił odczyt prezydialny na IV Walnym Zgromadzeniu SEP w 1932 r. w Łodzi, zawierający kilka danych statystycznych, ilustrujących rozmiary kryzysu. Według niego wartość produkcji w 1929 r. wynosiła 90 mln zł, co wydaje się być prawdopodobne, natomiast w 1931 r. – 32 mln zł, co jest oszacowane za nisko.

Inż. Z. Okoniewski [2.103] opracował analizę statystyki za lata 1925 – 1930, powtarzając na 1929 r. wartość podaną przez W. Jętkiewicza. Dane Z. Okoniewskiego przytoczył w swej dysertacji doktorskiej Halpern-Margulies [1.5], dodając do swej książki w postaci załącznika wielkość i wartość produkcji krajowej oraz importu w latach 1929 – 1930 z rozbiciem na ponad 40 rodzajów wyrobów, których tak szczegółowo nie uwzględniają ogólnie dostępne wydawnictwa GUS. Gdy jednak suma tych pozycji nie osiągnęła podawanej przez L. Jętkiewicza i Z. Okoniewskiego kwoty 119 mln zł w 1929 r., doktorant poradził sobie w ten sposób, że utworzył pozycję „wszelkie nie wymienione artykuły” i wstawił tam brakującą kwotę 49 757 tys. zł, podczas gdy cała „wymieniona” reszta ma wartość nieco ponad 60 mln zł. Oczywiście taka statystyka nie może być uznana za miarodajne źródło. Interesujące jest tylko, że według zestawień autora na przemysł tele- i radiotechniczny przypadało w tych latach (1929–1930) ok. 12 do 14% wartości całego przemysłu.

Bardzo szczegółową statystykę całej elektrotechnicznej produkcji krajowej, importu i eksportu (w tonach i mln złotych) w latach od 1925 do połowy 1936 podał inż. T. Zerański [1.29], jako tło do również przez niego podanych liczb, dotyczących produkcji i importu przewodów izolowanych nieobolowionych.

Nie powtórzył on już wygórowanej przez L. Jętkiewicza i Z. Okoniewskiego wartości produkcji w szczytowym przed kryzysem roku 1929 ani zaniżonej przez F. Karśnickiego kwoty przypadającej na dno kryzysu w 1931–1932 r.

W cytowanej już pracy inż. K. Szpotańskiego [2.154] powtórzono liczby zestawione przez T. Żerańskiego, rozszerzając je tylko na pełny rok 1936. Te same dane są zawarte w *Przewodniku po polskim przemyśle elektrotechnicznym*, wydanym przez Polski Związek Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych [1.8].

Ostatnie lata przed wybuchem drugiej wojny światowej omówił na XI Walnym Zgromadzeniu SEP w 1939 r. w Katowicach inż. Z. Gogolewski [2.32], podając wartości przemysłu elektrotechnicznego (całego) w okresie 1935–1938 r.

Pierwszy po wojnie artykuł omawiający stan przemysłu elektrotechnicznego przed jej wybuchem napisał inż. Józef Knysz [2.61]. Podał on w postaci wykresu wartość produkcji łącznej wszystkich branż przemysłu elektrotechnicznego, a ponadto wartość każdej z tych branż w 1939 r., dla którego to roku liczby są ekstrapolowane, na podstawie tendencji wzrostu w latach 1935–1938. Wartość produkcji przemysłu tele- i radiotechnicznego wynosiła według J. Knysza w końcu okresu przedwojennego 70 mln zł rocznie, co stanowiło 26% wartości produkcji całego przemysłu elektrotechnicznego.

Jeżeli przyjąć, że na tele- i radiotechnikę w 1934 r. przypadało ok. 10–15% (Mały Rocznik Statystyczny z 1935 r.), a później udział ten wzrastał, to można przeprowadzić korektę wykresu J. Knysza, aby uzyskać dane dla samego przemysłu „silnoprądowego”.

W tablicy 2.7 zestawiono wartość produkcji przemysłu elektrotechnicznego w latach 1925–1939 według uprzednio omówionych źródeł, a w ostatniej kolumnie podano orientacyjne i zaokrąglone liczby, które nie roszcząc sobie pretensji do ścisłości oddają przypuszczalnie dość prawidłowo tendencje wzrostu, spadku i ponownego wzrostu tego przemysłu (bez tele- i radiotechniki). Jednocześnie uwzględniają one rozbieżność między publikacjami wymienionych autorów a danymi GUS, który dla okresu kryzysowego podawał większe wartości, a w okresie ponownego wzrostu przeciwnie – wykazywał wartości *mniejsze*.

Analiza statystyczna poszczególnych branż jest zawarta w dalszych rozdziałach, tu natomiast interesuje nas tylko ich wzajemne porównanie. W tym celu wartości łącznej produkcji wyrobów elektrotechniki „silnoprądowej” (te z ostatniej kolumny tabl. 2.7) rozbito na 5 zasadniczych branż za lata 1936/1939, podając w tabl. 2.8 dla każdej z nich wartość niektórych wyrobów, objętych statystyką GUS i przypuszczalną wartość całej branży.

Ciekawe okazały się nie tyle wartości absolutne, lecz głębokość i czas trwania „siodła” kryzysowego, a następnie tempo rozwoju. Poszczególne branże wykazywały pod tym względem bardzo nierównomierny przebieg. Jest on przedstawiony w tabl. 2.9 oraz na rys. 2.2, przy czym dane te są wyrażone w liczbach

Tablica 2.7

ZESTAWIENIE DANYCH RÓŻNYCH AUTORÓW O WARTOŚCI PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO
W LATACH 1925 – 1939 (W MLN ZŁ)

Rok	Okoniewski, Margules (cała elektro- technika)	Karśnicki (cała elektro- technika)	Żerański, Szpotański, Zw. Przeds. Elektr. (cała elektro- technika)	Gogolewski (cała elektro- technika)	Knysz		Wiadomości Statystyczne (bez tele- i radiotechniki)	Wartość przyjęta (bez tele- i radiotechniki)
					(cała elektro- technika)	(przypusz- czalnie bez tele- i radio- techniki)		
1925	31	31	31,0		30	30		30
1926	32,6		32,6		32	31		31
1927	53,6		53,6		53	52		50
1928	85,0		85,0		85	82		80
1929	119,2	90	90,0		92	89		90
1930	102		75,0		75	72	75,9	75
1931		32	42,0		42	40	57,6	50
1932			39,0		40	38	49,7	45
1933			59,8		55	51	45,8	50
1934			73,4		72	65	52,9	65
1935			90,4	90	105	95	64,2	80
1936			122,8	122	130	105	81,9	95
1937				185	180	140	106,5	125
1938				200	220	170	130,0	150
1939					270	200		180

Tablica 2.8

WARTOŚĆ PRODUKCJI POSZCZEGÓLNYCH BRANŻ PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO W LATACH 1936 – 1939 (W MLN ZŁ)

Branża \ Rok	1936		1937		1938		1939 (ekstrapol.)	
	GUS	całość	GUS	całość	GUS	całość	-	
Maszyny i transformatory	8,7	10	13,8	16,5	22,2	26		32
Akumulatory i ogniwa	9,4	11	10,5	12,5	12,8	15		18
Aparaty i elektrotermia	18,3	25	24,1	31	29,5	35		45
Żarówki	10,8	13	10,6	15	11,6	17		19
Kable i przewody	34,6	36	47,5	50	54,0	57		66
Razem	81,9	95	106,5	125	130,0	150		180
Uwaga: Dane GUS obejmują tylko niektóre rodzaje wyrobów, 180wymienione w tabl. 2.6.								

Tablica 2.9

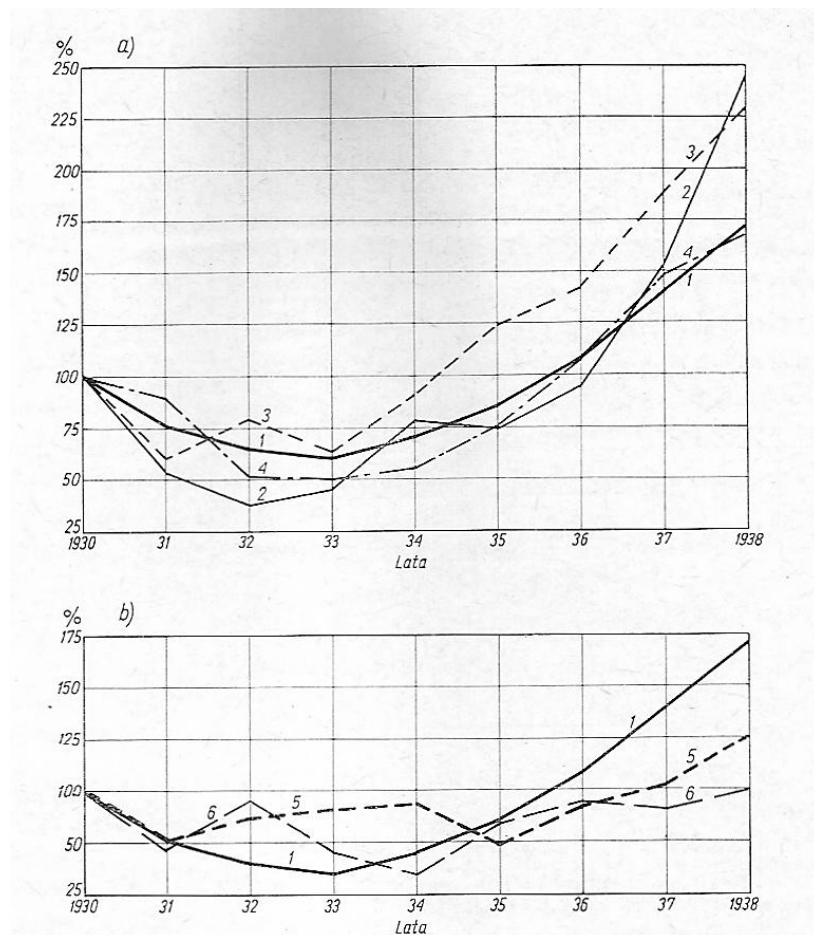
WZGLĘDNE ZMIANY WARTOŚCI PRODUKCJI (ROK 1930 = 100)

Branża \ Rok	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
Maszyny i trafo	100	53	39	45	79	74	95	152	245
Aparaty elektr.	100	60	79	61	90	124	142	188	230
Akumulatory i ogniwa	100	76	87	92	94	75	92	102	125
Żarówki	100	72	95	70	60	84	93	91	100
Kable i przewody	100	90	51	50	55	75	108	148	168
Cały przemysł elektrotechniczny	100	76	65	60	70	85	108	140	172
Liczby wytluszczone odnoszą się do minimum wartości produkcji									

względnych, odniesionych do 1930 r., dla którego wartość produkcji przyjęto za 100.

Z wykresów tych można wyciągnąć następujące wnioski:

a) maszyny elektryczne i transformatory osiągnęły najgłębszą depresję, trwającą 2 lata, po czym nastąpił bardzo gwałtowny wzrost wartości ich produkcji;



Rys. 2.2. Względne zmiany wartości produkcji 5 branż przemysłu elektrotechnicznego

1 – cały przemysł elektrotechniczny; 2 – maszyny elektryczne i trafo;
3 – aparaty elektryczne; 4 – kable i przewody; 5 – akumulatory i ogniwa; 6 – żarówki

b) jeszcze silniejsza – od 5 lat nieprzerwanie trwająca – była tendencja wzrostu wartości aparatów elektrycznych,

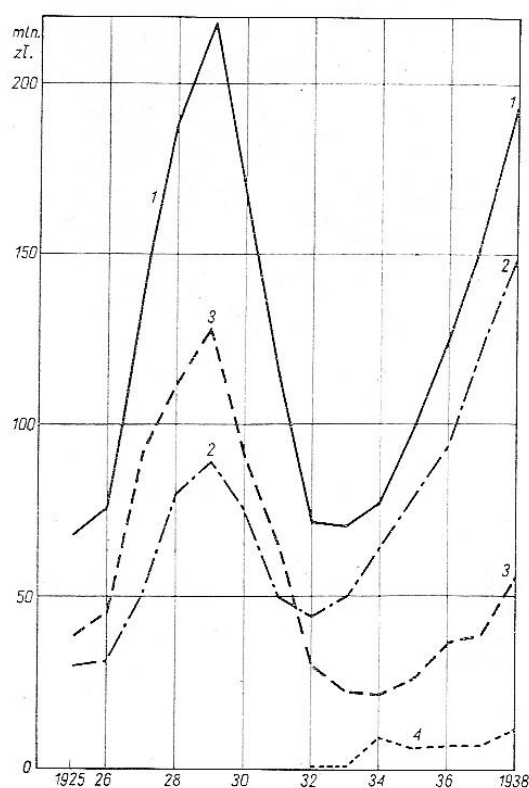
c) w produkcji kabli i przewodów wystąpił najdłużej trwający kryzys (4 lata), a następnie zaznaczył się stały silny wzrost ich produkcji

Te 3 branże (rys. 2.2) wykazywały wybitnie dynamiczny charakter w odróżnieniu od przedstawionych na dalszym rysunku „branż statycznych”,

Tablica 2.10

BILANS WYROBÓW ELEKTROTECHNICZNYCH (MASZYNY ELEKTRYCZNE, APARATY, PRZYRZĄDY, ICH CZĘŚCI ORAZ SPRZĘT ELEKTROTECHNICZNY; (W MLN Z Ł)

Rok	Produkcja krajowa	Import	Eksport	Potrzeby rynku	Źródło informacji o handlu zagranicznym
1925	30	38,5		68	} T. Żerański
1926	31	45,6		76	
1927	50	91,1		141	
1928	80	112,8		192	
1929	90	128,9		218	
1930	75	92,4		167	
1931	50	65,2		115	
1932	45	30,1	0,8	74	<i>Wiadomości Stat.</i> 1935, str. 18 <i>Wiadomości Stat.</i> 1936 str. 21 <i>Wiadomości Stat.</i> 1936, str. 21 <i>Wiadomości Stat.</i> 1938, str. 22 <i>Wiadomości Stat.</i> 1938, str. 22 <i>Wiadomości Stat.</i> 1939, str. 23
1933	50	23,1	0,9	72	
1934	65	22,1	9,2	78	
1935	80	26,6	6,1	100	
1936	95	37,2	7,2	125	
1937	125	39,4	7,7	157	
1938	150	57	11,5	196	



Rys. 2.3. Wartość produkcji, importu i eksportu wyrobów elektrotechnicznych

1 - potrzeby rynku; 2 – produkcja krajowa; 3 – import; 4 – eksport

które odczuły kryzys w mniejszym stopniu i z opóźnieniem, a ich rozwój był wolniejszy od ogólnego postępu w dziedzinie elektrotechniki silnopiędowej. Były to:

- d) akumulatory i ogniwa,
- e) żarówki – pozornie; pozornie dlatego, że wykresy odnoszą się do wartości, a nie liczby sztuk, a cena żarówek uległa znacznej obniżce, o czym jest mowa w dalszym tekście.

Ustaliwszy w ten sposób wartość produkcji krajowej, przejdźmy do określenia chłonności rynku. Dodamy więc do produkcji wartość importu i odejmiemy wartość eksportu, korzystając z danych zawartych w pracy T. Żerańskiego pt. *Przemysł przewodowy w Polsce* [1.29] za lata 1925–1932 i z informacji zawartych w *Wiadomościach Statystycznych* [2.169] za lata 1933–1938. Otrzymany w ten sposób bilans (nieściśle, gdyż nie uwzględniający produkcji na skład i sprzedaży ze składu) jest przedstawiony w tabl. 2.10 i na rys. 2.3. Widać, jak szybko narastający do 1929 r. import został skutecznie zahamowany i począwszy od 1932 r. był już mniejszy niż własna produkcja. Eksport odgrywał w tym czasie minimalną rolę.

Jeżeli teraz scałkować ten bilans, za lata 1925–1938 i dodać rozpoczęty rok 1939, to otrzymamy następujący wynik. W ciągu końcowych 15 lat międzywojennej historii Polski rynek wchłonił wyroby elektrotechniczne wartości 2 mld zł (przedwojennych, czyli ok. 350 mln dolarów USA), z czego 60% pochodziło z produkcji krajowej; były to wówczas głównie środki inwestycyjne, a tylko w niewielkim stopniu artykuły zaopatrzenia ludności (żarówki, baterie, grzałki).

Na zakończenie rozważań statystycznych podamy jeszcze kilka danych dotyczących zatrudnienia. W publikacjach odpowiednie informacje były podawane w różny sposób, wyjaśniają to objaśnienia do wykresu (2.4).

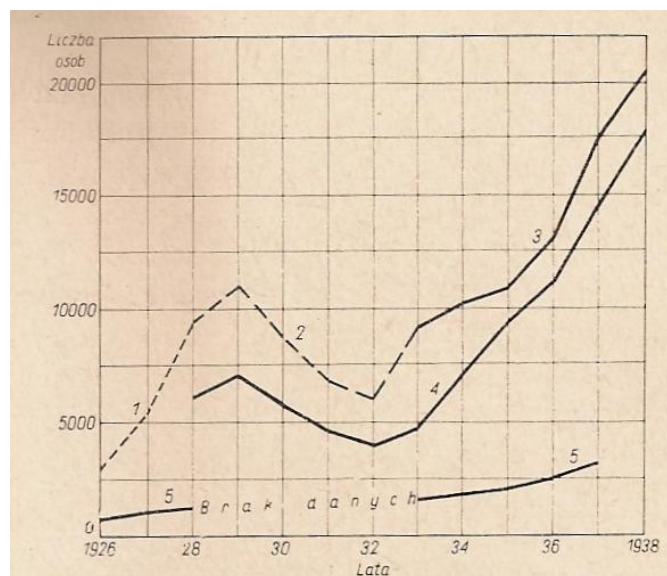
Rozmieszczenie przemysłu elektrotechnicznego (całego) na terenie Polski według liczby zatrudnionych daje następujący obraz:

Województwa centralne (m. st. Warszawa, warszawskie, łódzkie, kieleckie, lubelskie, białostockie)	66°/o
Województwa wschodnie (wileńskie, nowogrodzkie, poleskie, wołyńskie)	4%
Województwa zachodnie (poznańskie, pomorskie, śląskie)	21%
Województwa południowe (krakowskie, lwowskie, stanisławowskie, tarnopolskie)	9%

Interesujące może być jeszcze przedstawienie znaczenia przemysłu elektrotechnicznego w całym przemyśle metalowym. W 1938 r. 11% ogółu robotni-

ków-metalowców było zatrudnionych w elektrotechnice (17,7 i 161,5 tys. osób). Dla porównania w 1967 r. było ich 55% (186 i 340 tys. osób).

Rekapitulując informacje zawarte w niniejszym rozdziale można powiedzieć, że w okresie bezpośrednio poprzedzającym wojnę przemysł elektrotechniczny zatrudniał w 27 większych fabrykach (87% produkcji) i w wielu małych



Rys. 2.4. Zatrudnienie w przemyśle elektrotechnicznym

Robotnicy: 1 – stan na 31.12.1928 r. wg roczników statystycznych RP 1928 – 1930; 2 – brak danych, liczby wyliczone z proporcji roku 1928; 3 – maksymalne coroczne zatrudnienie wg roczników statystycznych 1933 – 1938; 4 – średnie roczne zatrudnienie wg roczników statystycznych 1928 – 1938

Pracownicy umysłowi: 5 – stan na dzień 31.12.1938 wg roczników statystycznych 1928 – 1938

ok. 25 000 osób (robotników ok. 21 000), którzy wytwarzali towary o wartości 180 mln zł rocznie. Ponadto Polska sprowadzała wyroby elektrotechniczne za jedną trzecią tej kwoty, eksportując znikome ilości (7%).

PRZEMYSŁ MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Rozwój techniczny konstrukcji maszyn elektrycznych i ich zastosowania

Lata dwudzieste bieżącego wieku przypadają na okres, kiedy napęd elektryczny, dzięki swym licznym zaletom, wyparł już nieomal całkowicie w urządzeniach stacjonarnych (lecz nie w komunikacji) maszyny parowe i był w przemyśle powszechnie stosowany. W tym okresie już prawie wszędzie przechodzono na napęd jednostkowy i dobiegały końca prace związane z modernizacją pierwotnie

dla całych oddziałów fabrycznych instalowanego napędu grupowego, polegającego na zastąpieniu maszyny parowej silnikiem elektrycznym przy pozostawieniu całej płataniny pędni i przekładni do poszczególnych punktów odbioru energii mechanicznej [2.170].

Zwielokrotnienie liczby silników niezbędnych przy zastosowaniu tego systemu byłoby problemem trudnym do rozwiązania, gdyby nie wcześniej już dokonywane się wypieranie prądu stałego przez system trójfazowy, umożliwiające zastosowanie najprostszych w budowie, najłatwiejszych w obsłudze i najekonomiczniejszych w eksploatacji silników asynchronicznych.

Nie wszędzie w tym samym czasie rozpoczęto wytwarzanie prądu przemiennego, czego, dowodem może być, że elektrownia w Krakowie – jedna z najstarszych miejskich elektrowni w kraju – uruchomiona na prąd stały w 1905 r., już w 1909 r. wytwarzała prąd przemienny trójfazowy [2.171], ale np. w Poznaniu jeszcze w 1925 r. istniała miejska sieć prądu stałego 2 X 220 V.

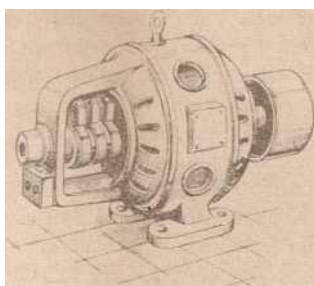
Z biegiem lat stosowanie prądu stałego – poza trakcją, galwanotechniką, elektrolizą itp. – ograniczało się tylko do napędów wymagających dokładnej regulacji prędkości obrotowej, np. do walcarek i maszyn wyciągowych. Do tego celu służyły wówczas najczęściej układy Leonarda, niekiedy z kołem zamachowym Ilgnera. Inne, znane z literatury układy regulacyjne (np. z prądnicą dodawczą, układ Kraemera, kaskady asynchroniczne lub Scherbiusa), były bardzo rzadko realizowane.

Silniki trójfazowe asynchroniczne. Kiedy wkrótce po zakończeniu pierwszej wojny światowej zorganizowano w Polsce – poza kilkoma istniejącymi małymi firmami – kilka nowych fabryk maszyn elektrycznych w Cieszynie, Łodzi, Warszawie, Katowicach, a później w Żychlinie, podstawowym programem ich produkcji były więc silniki trójfazowe asynchroniczne, a tylko w niewielkim stopniu i nie wszędzie maszyny prądu stałego. Przykładowo można podać, że w 1928 r. wykonano w Polsce 693 szt. maszyn prądu stałego, a 8 090 szt. maszyn prądu przemiennego, później stosunek ten jeszcze znacznie zmieniał się na korzyść silników asynchronicznych. Chcemy więc kilka słów poświęcić ich twórcy, tym bardziej, że według *Wielkiej Encyklopedii Powszechnej* [1.27] był on polskiego pochodzenia.

Kiedy Michał Doliwo-Dobrowolski za „niebłagonadźność” został pozbawiony prawa studiowania w Rosji, nie przewidywały władze carskie, jaką wskutek tego rosyjska technika poniesie stratę. Ukończywszy studia w Darmsztadzie, 25-letni Doliwo-Dobrowolski rozpoczął pracę w organizującej się właśnie firmie AEG (1887 r.). Już w rok później zbudował on pierwszą prądnicę prądu trójfazowego z wirującym polem magnetycznym o mocy 3 KM, a w następnym roku – silnik asynchroniczny klatkowy, którego istotne cechy konstrukcyjne przetrwały do dziś, kiedy to systematycznie modernizowane silniki tego rodzaju są produkowane na całym świecie w milionach sztuk rocznie.

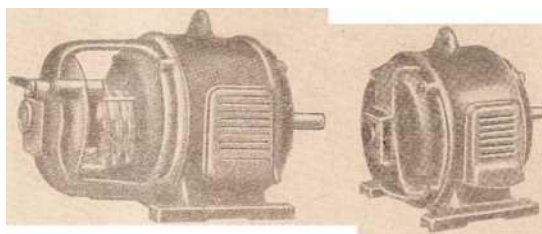
Jednak tylko pozornie do silnika Dobrowolskiego można zastosować powiedzenie: „nic dodać, nic ująć”. Silniki indukcyjne – jak każdy prawie wyrób – przeszły i nadal przechodzą długą ewolucję. Niektóre jej charakterystyczne cechy można łatwo określić. :

Budowa. Początkowo budowano silniki otwarte. Ciepło powstające ze strat energii, głównie w uzwojeniach, było odprowadzane na zewnątrz przez niczym nie chronione otwory w korpusie i w tarczach łożyskowych. Jako przykład może



Rys. 2.5. Silnik fabryki ZEM w Cieszynie z 1924 r.

służyć silnik firmy ZEM w Cieszynie (rys. 2.5) (można go również obejrzeć w Muzeum Techniki w Warszawie). Ale jeszcze przed końcem pierwszej wojny światowej przodujące w Europie firmy wprowadzały dla serii podstawowej silników asynchronicznych

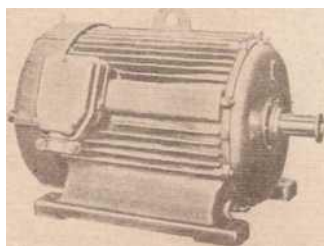


Rys. 2.6. Silniki **fabryki PZE Brown-Boveri** w Cieszynie z 1930 r;

budowę okapturzoną lub chronioną. Charakterystyczne dla silników firmy Brown-Boveri & Cie boczne żaluzje na otworach wentylacyjnych korpusu widać na rys. 2.6. Gdy (na ogół rzadko, dużo rzadziej niż obecnie) warunki otoczenia uniemożliwiały użycia silników tej budowy, zastępowano

ażurowe osłony pełnymi, otrzymując w ten sposób silniki budowy zamkniętej. Ich moc znamionowa zredukowana była do ok. 1/3 mocy silników otwartych, a sprawność i współczynnik mocy były dużo gorsze. Dopiero ok. 1930 r. pojawiły się w Europie silniki zamknięte z korpusem żebrowym i zewnętrznym osłoniętym wentylatorem, dmuchającym powietrze wzdłuż żeber (rys. 2.7).

Interesujące jest, że nad zagadnieniem chłodzenia silników zamkniętych pracowali polscy konstruktorzy maszyn elektrycznych samodzielnie i niezależnie od gotowych rozwiązań, dostarczanych niektórym firmom w ramach licencji zagranicznych. Pierwszym z tych konstruktorów był Walenty Kopczyński, który dokonał wielu prób w swej fabryce Elektrobudowa, stosując m.in. na specjalnie tego celu wykonanym modelu żebra w poprzek osi korpusu silnika, aby przez to uzyskać większą powierzchnię chłodzącą [2.65]. Jednak, oczywiście, lepsze rezultaty dał zewnętrzny wentylator tłoczący powietrze po powierzchni nawet gładkiego silnika, lecz równolegle do osi wału.



Rys. 2.7. Silnik budowy zamkniętej z kadłubem żebrowym z roku 1936

W 1933 r. silniki zamknięte żebrowe produkowało już PTE [1.8], a w fabryce Cieszyńskiej firmy Rohn Zieliński wprowadzono na podstawie licencji Brown Boveri nowe serie silników trójfazowych otwartych (typy MQe i MSe) oraz zamkniętych (typy MQVe i MSUe) o mocach do 100 kW dopiero w 1934 r., jednak w Brown Boveri Mannheim – (typy SRQ i SRS) – ta nowość konstrukcyjna pojawiła się już o ok. 4 lata wcześniej. Opis tych silników zamkniętych nowej konstrukcji podano w artykule [2.135] wykazując, jaką oszczędność pod względem ciężaru uzyskuje się dzięki chłodzeniu żebrowemu z przewietrzaniem w porównaniu z dawną konstrukcją: np. przy silniku 15 kW, 4-biegunowym 250 kG. zamiast 695 kG.

Znacznie bardziej oryginalna niż konstrukcje Kopczyńskiego i PTE była koncepcja silnika zamkniętego z kwadratowymi blachami stojana, przesuniętymi co pewien odstęp o żłobek, dzięki czemu chłodzenie odbywa się po drodze spi-

ralnej. Konstrukcję tę opatentował i w praktyce w produkcji swej wytwórni wykorzystał od 1938 r. inż. Henryk St. Kozłowski [2.75]; opis jej podano w rozdziale czwartym.

Stosunek liczbowy silników klatkowych i pierścieniowych. Użytkownicy silników – rzemiosło, mały i średni przemysł – z reguły nie mieli własnych elektrowni ani stacji transformatorowych i korzystali z energetycznej sieci publicznej, przeważnie o niewielkiej mocy w danym punkcie odbioru. Prąd rozruchu silników klatkowych osiągał ok. 7-krotną wartość prądu znamionowego, a stosowanie środków obniżających napięcie fazowe, jak autotransformatory rozruchowe lub – wówczas bardzo rozpowszechnione – przełączniki z gwiazdy w trójkąt, zmniejszało proporcjonalnie do kwadratu napięcia moment obrotowy, co wykluczało uruchamianie mechanizmów o ciężkim rozruchu. Dopiero w latach trzydziestych, w późniejszych seriach silników klatkowych, przyjęto za normalne wykonanie wirniki ulepszone, głęboko żłobowe lub dwuklatkowe, jakkolwiek zasada ich działania była znana od dawna (Dobrowolski 1893 r. Boucherot 1898 r.). Ze względu na duży początkowy prąd rozruchu przepisy ograniczały stosowanie silników klatkowych do kilku kilowatów i tylko w dużych zakładach przemysłowych, kopalniach, hutach, cukrowniach wyposażonych we własne elektrownie można było instalować silniki takie o większej mocy.

Początkowo więc silniki klatkowe bywały budowane tylko w małym zakresie mocy; przykładowo fabryka ZEM w Cieszynie produkowała je o mocach od 0,25 do 3,5 kW. Natomiast silniki z pierścieniami ślizgowymi można było nabyć już począwszy od mocy 1 kW. Liczbowo miały więc one przewagę. Lecz w miarę postępów elektryfikacji kraju i wiązania lokalnych sieci w duże systemy energetyczne, w miarę wzrostu liczby odbiorców przemysłowych z własnymi podstacjami oraz w wyniku ulepszania konstrukcji silników klatkowych (a także liberalizacji przepisów [2.110]), proporcja liczb zamawianych silników klatkowych i pierścieniowych zmieniała się. Z biegiem czasu doszło do tego, że obecnie silników z pierścieniami ślizgowymi o mocach poniżej kilkudziesięciu kilowatów w ogóle się nie buduje, chyba o specjalnym przeznaczeniu (np. dźwigowe) [2.136].

Szereg mocy. Przyjęcie racjonalnego szeregu kolejnych mocy w serii silników ma dla producenta poważne znaczenie, gdyż jest oczywiste, że im mniej jest wielkości mechanicznych, tym tańszy jest komplet oprzyrządowania i modeli, a także tym więcej jednakowych sztuk przypada na każdą wielkość, umożliwiając seryjną produkcję.

Racjonalny szereg mocy ma również znaczenie dla konstruktorów maszyn napędzanych. Jeżeli silniki są tak zaprojektowane, że przebieg funkcji sprawności i współczynnika mocy przy częściowych obciążeniach jest w dość szerokim przedziale mniej więcej płaski, to moc pobierana przez silnik z sieci jest proporcjonalna do mocy użytecznej na wale i użytkownik niewiele traci na zwiększonych

kosztach eksploatacji i amortyzacji, kupując silnik o nieco większej mocy znamionowej, niż mu teoretycznie jest potrzeba [2.186].

Te oczywiste i dzisiaj jak truizm brzmiące spostrzeżenia, usankcjonowane w postaci przyjętych przez IEC zaleceń co do szeregów mocy, średnic i innych wymiarów, były niegdyś mocno dyskusyjne (rozważania na temat współczynnika narastania mocy w serii są m.in. zawarte w rozdziale 6 książki W. Smoluchowskiego, L. Zienkowskiego i W. Raszke pt. *Zasady doboru silników indukcyjnych i ich wyposażenia* [2.137]). Tablice kolejnych typów i mocy silników w dawnych katalogach wyglądają dziś nieprawdopodobnie. Na przykład katalog fabryki ZEM w Cieszynie z lat 1922—1926, a więc przed zakupieniem tej fabryki przez firmę Brown Boveri, zawierał silniki asynchroniczne z wirnikiem zwartym serii BT o mocach od 0,25 do 3,5 kW (5 KM) w 8 kolejnych wielkościach mechanicznych, a silniki pierścieniowe produkowano w 12 wielkościach mechanicznych w zakresie mocy od 1 do 18,3 kW (25 KM) przy ok. 1500 obr/min. W następnej serii silników klatkowych typu MQp, wprowadzonej do produkcji w tej samej fabryce Cieszyńskiej na podstawie licencji BBC, przewidywano w zakresie mocy 0,185 do 9,5 kW już tylko 7 średnic blach, z których 4 były składane w postaci krótszych i dłuższych pakietów; było więc 11 tzw. „typowymiarów”. W serii Skody z 1936 r. było ich 18 dla mocy od 0,18 do 55 kW. Jednocześnie w tej samej serii — a już o 2 lata wcześniej w serii silników firmy Schwabe w Bielsku — znajdujemy inną, dziś powszechnie stosowaną, znamioną cechę, a mianowicie stały szereg mocy niezależnie od liczby ich biegunów.

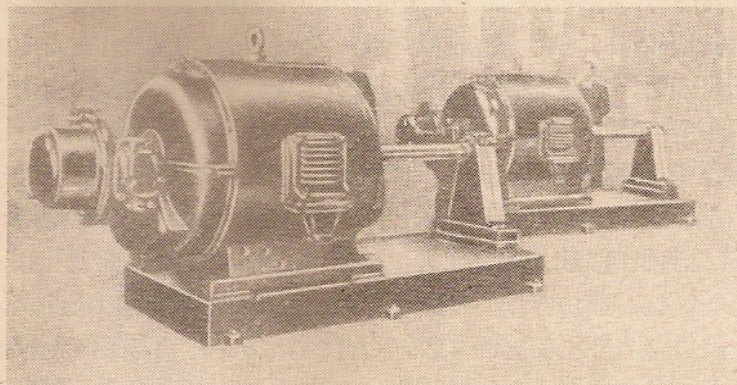
Odmiany silników. Maszyny z wałem poziomym na łąpach przez ok. 10 lat występowały jako jedyne rozwiązanie silników asynchronicznych. Dopiero późniejsze serie (po ok. 1934 r.) były bradziej uniwersalne, obejmując — przy zachowaniu wielu wspólnych elementów, a zwłaszcza części elektrycznej — liczne odmiany mechaniczne w postaci silników kołnierzowych, do wbudowania, z wałem pionowym itd. Około 1930 r. pojawiły się także odmiany elektryczne silników klatkowych — mamy tu na myśli silniki z przełączalną liczbą biegunów, umożliwiające zmianę prędkości obrotowej, przeważnie w stosunku 1:2 przez przełączenie podwójnej gwiazdy w trójkąt według układu Dahlandera [2.84].

Fabryka w Cieszynie specjalizowała się (co trwa do dzisiaj) w produkcji silników budowy przeciwybuchowej do pracy w podziemiach kopalń. Stosownie do wymagań pierwszej w Polsce normy w tym zakresie PPNE/17 z 1929 r., wytwarzano silniki budowy wzmocnionej i ognioszczelnej [2.167] (rys. 2.8).

Natomiast w Bielsku i w Łodzi — centrach przemysłu włókienniczego — specjalizacja szła w kierunku produkcji silników przeznaczonych do warsztatów tkackich całkowicie zamkniętych, o mocy ok. 1 kW.

Kompletne dostawy wyposażenia elektrycznego dla stosunkowo licznych w kraju cukrowni były głównie domeną 2 firm: Rohm Zieliński i PTE. Dostawy te obejmowały oprócz licznych silników w wykonaniu normalnym do pracy cią-

głej (np. do przenośników buraków, krawalnic, różnych pomp) także napęd wirówek do cukrzycy. Po wypróbowaniu różnych typów silników (także dwuklatkowych) i ich układów, najlepiej pracowały silniki pierścieniowe z wałem pionowym, których wirniki były łączone z oddzielnie ustawionymi opornikami, a ich



Rys. 2.8. Silnik pierścieniowy przeciwwybuchowy

sekcje były sterowane przekaźnikami [2.133]. Autor tej publikacji, a zarazem niniejszego rozdziału, nie wpadł wówczas na myśl zastosowania częstotliwości 50 Hz do wirowania i $16 \frac{2}{3}$ Hz do napełniania bębna i hamowania, w czasie którego następuje odzysk energii. Układ taki zastosowała firma Siemens Schuckert w czasie okupacji w Cukrowni Chodorów. Nie był on więcej powtórzony i obecnie został wyparty przez ulepszone silniki klatkowe z przełączalną liczbą biegunów.

Wspomnieć jeszcze należy o lansowanych przez BBC silnikach trójfazowych z wbudowanym, a raczej osadzonym na wale pod tarczą łożyskową nienapędową, rozrusznikiem odśrodkowym. Ruchome styki z ciężarkami zwierzały przy określonych prędkościach (zwykle w 3 stopniach) poszczególne sekcje oporowe w miarę wzrostu prędkości, a więc siły odśrodkowej. Silniki te, nie wymagające ręcznego uruchamiania ciężkich rozruszników olejowych, nadawały się do zdalnego włączania, a tym samym do układów automatyki nadążnej. Niestety, pojemność cieplna oporników — mimo ich chłodzenia przez wirowanie — była tak mała, że silniki tego typu można było stosować tylko przy lekkim i rzadko powtarzalnym rozruchu, np. do pomp odśrodkowych, włączanych w zależności od poziomu wody w zbiorniku.

Kilka cech konstrukcji. Bez wnikania w zagadnienie, które szczegóły konstrukcyjne, a zwłaszcza technologiczne, uległy większemu czy mniejszemu ulepszeniu w okresie międzywojennym, wspomnimy tylko o kilku ważniejszych przejawach postępu technicznego:

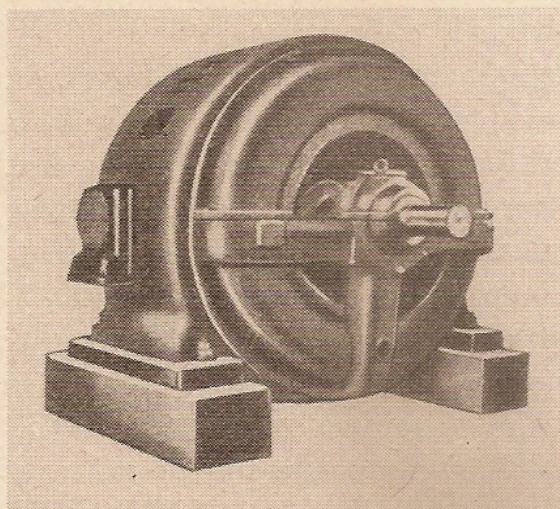
— Silniki klatkowe miały początkowo w żłobkach wirnika wsunięte pręty miedziane, zwarte również miedzianym pierścieniem (nazwa „klatkowe” pocho-

dzi od okrutnej zabawki ubiegłego wieku, kręcącej się klatki z wiewiórką — „cage d'écureuil”). Zalewanie wirnika roztopionym aluminium przypada na końcowe lata okresu. Należy jednak pamiętać, że stosunek cen Cu:Al nie usprawił tej techniki w zaraniu przemysłu maszyn elektrycznych, gdy aluminium było jeszcze bardzo drogie.

— Łożyska ślizgowe, chyba bez wyjątku stosowane w pierwszych konstrukcjach maszyn elektrycznych, z panewkami wylanymi białym metalem, a niekiedy ze smarownicami Stauffera, zostały zastąpione (przynajmniej w zakresie mocy do kilkudziesięciu kilowatów) powszechnie łożyskami tocznymi (kulkowe, a również wałkowe). Wspomnieć tu można, że konstruktorzy fabryki firmy Rohn Zieliński przerobili wbrew opinii szwajcarskiego licencjodawcy, zachwalającego łożyska ślizgowe, konstrukcję licencyjną, tworząc tzw. typ MQŁp — silnik na łożyskach tocznych. Oczywiście do silników cichobieżnych stosowano łożyska ślizgowe oraz inne środki tłumiące hałas, jak mniejsze nasycenie magnetyczne itp. [2.134].

— Największe chyba zmiany zaszły w klasie izolacji przewodów nawojowych i w technologii ich impregnowania. Początkowo było przecież regułą zanurzanie w masie izolacyjnej uzwojeń, złożonych z drutu oplecionego dwa razy bawełną.

Osiągnięcia szczytowe w zakresie silników trójfazowych to jednostki o mocy 1000 kW, 4 i 6-biegunowe [2.166] (rys. 2.9).



Rys. 2.9. Silnik asynchroniczny o mocy 1 000 kW, 6 000 V

Inne maszyny elektryczne. Wspomnieliśmy już, że w kilku fabrykach obok silników trójfazowych produkowano także maszyny prądu stałego. Były to na ogół — z wyjątkiem produkcji firm Rohn Zieliński i PTE — jednostki małe o mocach nie przekraczających 10 kW. I tak silniki produkowane w firmie „Bezet” służyły do napędu własnej konstrukcji wózków akumulatorowych o nośności

750 i 1500 kG [2.101]. Do podobnych celów produkowała również silniki i aparaturę nastawczą firma K. i W. Pustoła, która później (w czasie okupacji) uruchomiła nawet kilka samochodów z napędem elektrycznym. Fabryka Era we Włochach (opisana szczegółowiej w rozdziale czwartym) wytwarzała nie tylko rozruszniki do silników spalinowych (startery), ale i prądnice oraz silniki małej mocy prądu stałego przeznaczone dla celów wojskowych, a także służące do oświetlenia lokomotyw parowych małe turbogeneratory o mocy 500 do 700 W, 24 V, 4000 obr/min, przy czym turbinka była zaprojektowana na parę o ciśnieniu do 14 Atm. W kilku firmach były budowane zespoły silnik — prądnica do galwanizacji (do 1500 A) i do ładowania akumulatorów.

Wśród małych maszyn prądu stałego należy poświęcić wzmiankę prądnicom przeznaczonym do oświetlania wagonów osobowych i pocztowych, napędzanym od osi wagonu i współpracującym z baterią akumulatorów. Dostawcami PKP w tym zakresie były 3 fabryki: w Żychlinie — systemu Brown Boveri z regulatorem pospiesznym importowanym ze Szwajcarii, we Włochach — systemu Era z Czechosłowacji, o mocy 1200 W wraz z regulatorami według patentu inż. A. Junecka [2.64], oraz w Warszawie w fabryce PTE — systemu Stone. O poziomie wyrobów PTE świadczy fakt eksportu partii prądniczek i aparatów do oświetlania wagonów dla zagranicznych kolei, dokonanego za pośrednictwem angielskiej firmy J. Stone & Co, mającej pełne zaufanie do polskiego partnera co do jakości tych wyrobów [1.8].

Bywały również dostawy składane, np. wzbudnic produkcji krajowej do generatorów pochodzących z importu. Takie rozwiązanie mamy np. przy hydrogeneratorach elektrowni wodnej w Rożnowie.

W 1936 r. Dyrekcja Tramwajów m.st. Warszawy udzieliła zamówienia na dostawę silników tramwajowych 3 firmom: PTE, Rohn Zieliński i Skoda pod warunkiem, że silniki od tych konkurujących ze sobą firm będą jednakowej konstrukcji z utrzymaniem wymienności zespołów montażowych. Fabryka w Żychlinie dostarczyła już o kilka lat wcześniej ponad 100 kompletów silników trakcyjnych z nastawnikami i opornikami tramwajom łódzkim i lwowskim (typ GTM2i), ale nowa wspólna konstrukcja 3 firm była o wiele trudniejszą do wykonania (typ STW42). Uporano się jednak z nią, aby w następnych latach wrócić do własnej, łatwiejszej konstrukcji silnika tramwajowego (typ GDTM104).

Większe i specjalne maszyny prądu stałego należały do programu produkcji tylko 2 fabryk: Rohn Zieliński w Żychlinie i PTE w Warszawie. Należy tu wymienić napędy hutnicze, zwłaszcza zaś wielosilnikowe napędy maszyn papierniczych, do których silniki prądu stałego dostarczał Żychlin, a elementy regulacji układu — BBC w Badenie (Szwajcaria). Napędy takie dostarczono do papierni firmy Steinhagen i Saenger w Myszkowie i Włocławku, Kluczewskiej Fabryki Papieru, firmy Kohn i Markusfeld w Częstochowie i innych.

Wreszcie szczytowym osiągnięciem w dziedzinie maszyn prądu stałego było wykonanie, na krótki czas przed wojną, silników 500 kW do łodzi pod-

wodnej „Sep”, budowanej w Holandii, przy czym równolegle firma Brown Boveri zbudowała takie same maszyny dla bliźniaczej łodzi „Orzeł”. Tuż po kampanii wrześniowej 1939 r. dowództwo niemieckiej marynarki wojennej poszukiwało dokumentacji tych maszyn w Warszawie i w Żychlinie, ale była ona wywieziona na wschód i zaginęła na Pińszczyźnie.

Maszyny synchroniczne średniej mocy produkowano w zasadzie tylko w Żychlinie (generatory trójfazowe do ok. 1000 kVA) i w Warszawie na Okęciu (do 500 kVA). Z Żychlina pochodzą wolnobieżne generatory instalowane w wielu elektrowniach lokalnych, np. w Tarnowie (720 kVA), Nowym Sączu, Stanisławowie, Zakopanem oraz w licznych cukrowniach itp.



Rys. 2.10. Fabryka w Żychlinie

Turbogeneratory energetyczne nie były w Polsce produkowane przed wojną. PTE prowadziła wprawdzie pertraktacje ze szwedzką firmą turbin parowych Ljungströma „STAL”, ale nie zdążono sprawy tej doprowadzić do końca.

Przetwornice specjalne na różne rodzaje prądu napięć i częstotliwości, potrzebne głównie do cywilnych i wojskowych urządzeń łączności, produkowały firmy K. i W. Pustoła oraz firma Era.

Mikrosilniki (zwane niekiedy nieprawidłowo silnikami mocy ułamkowej) miały w omawianym okresie o wiele mniejsze zastosowanie niż obecnie, gdyż zarówno rozwój sprzętu gospodarstwa domowego, jak i serwomechanizmów do układów automatyki były dopiero w zączatku. Poza wspomnianą już firmą Era, zajmował się tą dziedziną inż. Poczymok, właściciel firmy Elektromotor (silniki komutatorowe jednofazowe do 0,5 KM i indukcyjne jednofazowe do 0,3 KM). Chociaż ilościowo była to produkcja bardzo mała, to jednak należy ją wymienić, aby sprostować pogląd, że przed wojną przemysł produkował maszyny elektryczne tylko w zakresie środkowej części całego wachlarza mocy [2.33].

Produkcja oboczna. Charakterystyczną cechą okresu międzywojennego jest nie tylko powtarzanie tego samego programu produkcji w licznych firmach konkurencyjnych, ale rozszerzanie go poza zakres maszyn wirujących na liczne dziedziny oboczne. Należy do nich zaliczyć transformatory (ponad 10 firm wytwarzało je równolegle z maszynami), różnego typu aparaty, w tym nie tylko rozruszniki i regulatory do własnych maszyn, ale również łączniki, przekaźniki itp. oraz zespoły silnika elektrycznego z maszyną napędzaną często w jednej całości, jak elektroszlifierki, elektrowiertarki, syreny, elektrowentylatory, elektropompy, motoreduktory itp. [2.161].

Producenci maszyn elektrycznych

Na podstawie spisów wystawców na targach i wystawach, ogłoszeń w prasie technicznej, informacji zawartych w *Przewodniku po polskim przemyśle elektrotechnicznym* [1.8] i innych podobnych publikacji został sporządzony możliwie dokładny wykaz firm, które wytwarzały (a nie tylko naprawiały lub sprzedawały wyroby innych firm) w okresie międzywojennym elektryczne maszyny wirujące (tabl. 2.11).

W wykazie tym pominięto nie tylko biura handlowe i warsztaty naprawcze, lecz także takie fabryki, które nie produkując silników domontowywały do sprowadzanych od różnych dostawców maszyn rozmaite mechanizmy własnej konstrukcji i produkcji (jak np. robiono to w firmie J. John w Łodzi, wytwórcy motoreduktorów, albo w fabryce inż. Feilchenfelda w Warszawie, dostawcy zespołów elektropompowych).

Natomiast w wykazie uwzględniono obok wielkich przedsiębiorstw także drobne wytwórnie, które raczej można by zaliczyć do warsztatów niż fabryk, kierując się motywami przedstawionymi już poprzednio przy omawianiu spisów producentów wyrobów elektrycznych. Wynikało to z jednej strony z chęci wydobycia z zapomnienia nawet małych inicjatyw, które jednak świadczą o przedsiębiorczości ich twórców, niekiedy zdolnych konstruktorów, a z drugiej strony z niemożności ustalenia ścisłego kryterium, rozgraniczającego wielki przemysł od drobnej wytwórczości. Nie można obecnie, na podstawie dość skąpych źródeł odtworzyć dokładnych danych dotyczących okoliczności pracy firmy, posiadania przez nią rozwojowej dokumentacji konstrukcyjnej, rozporządzania wydziałami fabrykacji i liczby zatrudnionych pracowników, tym bardziej że dane te ulegały zmianom w czasie. Objęto więc alfabetycznie ułożonym wykazem możliwie wszystkich producentów — ważniejsi z nich i tak wysuwają się na pierwszy plan przy opisie ich działalności w innych punktach rozdziału.

W krajach zachodnich, obok przemysłu maszyn elektrycznych, powstał szeroko rozgałęziony wyspecjalizowany przemysł pomocniczy, dostarczający do tych maszyn różne gotowe elementy, jak wypraski na tabliczki zaciskowe, trzy-

madła szczotkowe, różne podkładki, pokrywki itp. W Polsce kooperacja ani wtedy, ani nawet obecnie nie jest tak rozwinięta, niewątpliwie ze szkodą producentów maszyn. W uzupełnieniu tabl. 2.11 właściwie należałoby wymienić tylko producentów szczotek do maszyn elektrycznych. Według Witolda Wize [2.172] istniały dwie fabryki, które produkowały te szczotki z importowanych a w kraju w odpowiedniej jakości nie wytwarzanych surowców, jak pył miedziany, grafit oraz z elektromechanicznie uzyskiwanego węgla. Jedną z nich była Franko-Polska Fabryka Szczotek Węglowych Sp.z.o.o. w Cieszynie, założona w 1927 r., o zdolności produkcyjnej do 1 000 szczotek dziennie i asortymencie złożonym z 30 gatunków, drugą — Spółka Akcyjna Elektryczność w Ząbkowicach (patrz rozdział pierwszy), która produkowała 4 000 kG szczotek rocznie. Ponadto jako dostawca szczotek występowała jeszcze firma Elektrografit — F. Franke w Tarnowskich Górach (dziś Elektrocarbon), która jednak tylko cięła szczotki z gotowych płyt sprowadzanych przeważnie z niemieckiej firmy Ringsdorff. W Lublinie istniały zupełnie małe warsztaty elektrycznych szczotek „Zasobnik”, które nie miały większego znaczenia.

Historia ważniejszych fabryk wymienionych w tabl. 2.11 jest szczegółowiej opisana w rozdziale czwartym, a dane dotyczące wytwarzanych w nich wyrobów elektrycznych, innych niż maszyny elektryczne (transformatory, aparaty), w odpowiednich rozdziałach książki. Celem sporządzenia tabl. 2.11 była przede wszystkim chęć pokazania braku koordynacji i rozsądnej organizacji przemysłu w okresie międzywojennym. Wprawdzie system wolnej konkurencji licznych firm o analogicznym programie działania sprzyjał doskonaleniu produkcji i postępowi technicznemu, a więc oddziaływał w ustroju kapitalistycznym pozytywnie na rozwój sił wytwórczych [1.27], to jednak równocześnie widoczne jest marnotrawstwo środków przy tak szerokim a zarazem mało pogłębianym froncie zainteresowań.

Ogólna charakterystyka przemysłu maszyn elektrycznych

Przechodząc do zbiorczych ocen tej dziedziny przemysłu, należy przede wszystkim wyodrębnić kilka kolejnych faz i od razu zaznaczyć, że ostatnie sformułowania poprzedniego punktu odnoszą się głównie do pierwszej fazy powstawania przemysłu maszyn elektrycznych. Początkowo wszyscy chcieli dostarczać możliwie wszystko, zapatrzeni — być może — w zagraniczne koncerny, takie jak Siemens, AEG, BBC, które istotnie oferowały całość każdego wyposażenia od turbozespołu do instalacji słaboprądowych. W latach wysokiej koniunktury 1928/1929 doszło do dużej eskalacji produkcji, w niektórych fabrykach pracowano na 2 zmiany, ale nie szła z tym w parze jakość dostaw, terminy nie były dotrzymywane i często zdarzały się usterki oraz wady wyrobów. Ten stan rzeczy pogarszał wyniki finansowe.