

PODZESPOŁY I MATERIAŁY URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH

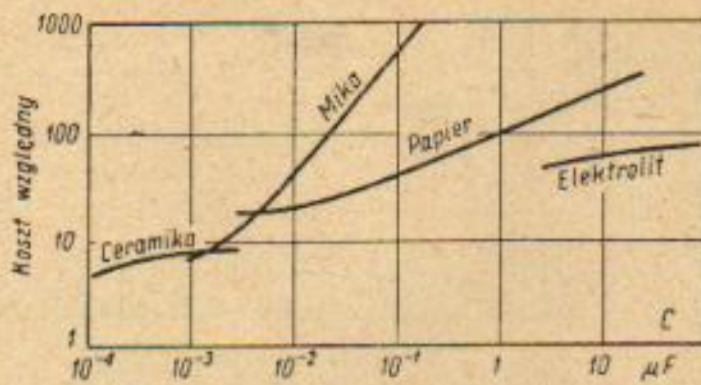
(Dokończenie)

Koszt wytwarzania podzespołów jest czynnikiem decydującym o zakresie stosowania danego podzespołu. Cena podzespołów musi być niska, jeżeli mają być one stosowane masowo. Dlatego istnieje stała tendencja do obniżania kosztu ich produkcji. Obniżenie ceny nie może jednak powodować pogorszenia tolerancji i skrócenia czasu życia. Jako dopuszczalne środki zmniejszenia kosztów produkcji pozostają zatem: zmniejszenie ilości zużytego materiału, którego koszt w prostych podzespołach jest procentowo wysoki, wprowadzenie nowych materiałów o lepszych właściwościach i nie wyższej cenie, ulepszenie procesu technologicznego, opracowanie i zastosowanie nowej konstrukcji opartej na zjawiskach fizycznych dotychczas nie branych pod uwagę w konstrukcji podzespołów. Często należy stosować różne konstrukcje (rys. 8 i 9) tego samego podzespołu w różnych warunkach pracy [28].

Wpływ tych wszystkich czynników na koszty produkcji podzespołów w zakładzie wytwórczym średniej wielkości przedstawiono na rys. 10.

Jak widać, decydujący wpływ na obniżenie kosztów ma zastosowanie nowych materiałów i ulepszonych metod technologicznych. Oba te środki wymagają jednak poważnej pracy badawczej, która powinna być wykonana przed przystąpieniem do właściwej produkcji. W celu zrealizowania tego zadania należy koniecznie utworzyć zespoły wysokokwalifikowanych pracowników współpracujących bezpośrednio z zakładem wytwórczym, ale nie związanych z produkcją bieżącą, lecz z jej przyszłym rozwojem. Warunki opłacalności pracy takich „zespołów rozwojowych” można zilustrować następującym przykładem [1]:

W produkcji oporników warstwowych czas wytwarzania pojedynczej sztuki wynosi co najmniej kilkadziesiąt sekund. Jeżeli wyniki pracy „zespołu rozwojowego” pozwolą na zaoszczędzenie 1 do 2 sekund na sztukę w czasie trwania procesu technologicznego bez pogorszenia właściwości wytwarzanych oporników, a nie zmieniany model będzie pro-

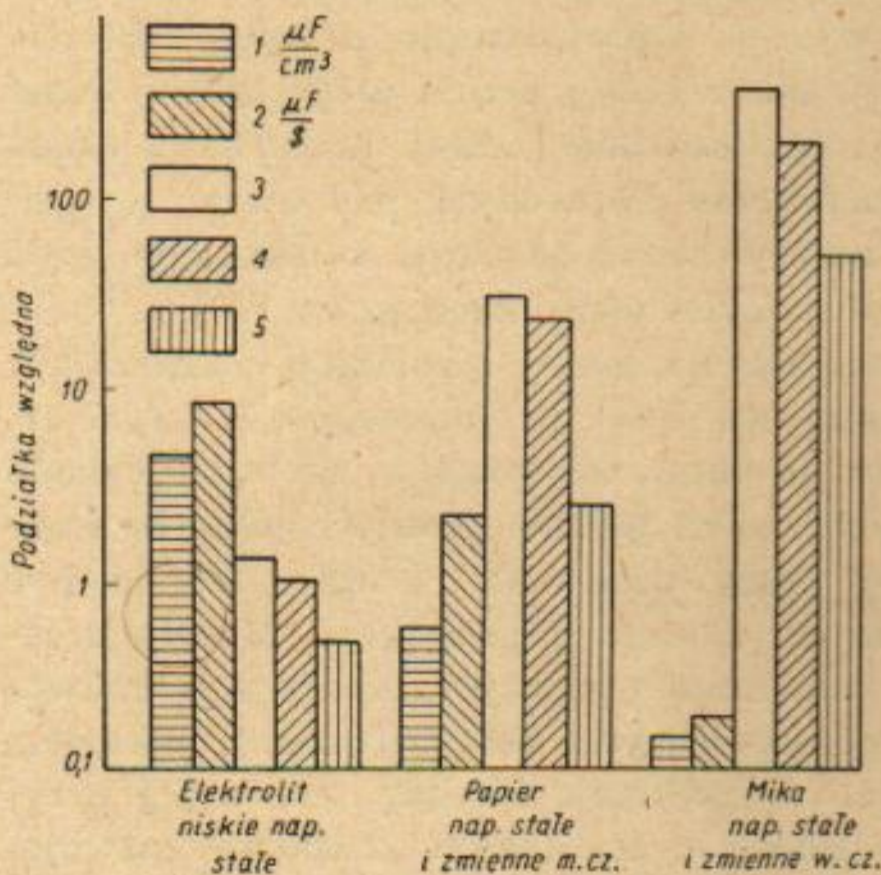


Rys. 8. Koszt produkcji kondensatorów elektrolitycznych, papierowych, mikowych i ceramicznych w zależności od pojemności znamionowej C , według [28]

Godziny zaoszczędzone umożliwiają zatem pracę następującym „zespołom rozwojowym”:

- 1) w zakładzie średnim 1 inżynier, 3 techników, 3 wykwalifikowanych pracowników warsztatowych,
- 2) w zakładzie dużym 10 inżynierów, 30 techników, 30 wykwalifikowanych pracowników warsztatowych.

W rachunku tym nie uwzględniono korzyści płynących z ewentualnego poprawienia jakości oporników, zmniejszenia ich rozmiarów itp.



Rys. 9. Porównanie względnych wartości właściwości kondensatorów elektrolitycznych, papierowych i mikowych, według [28]

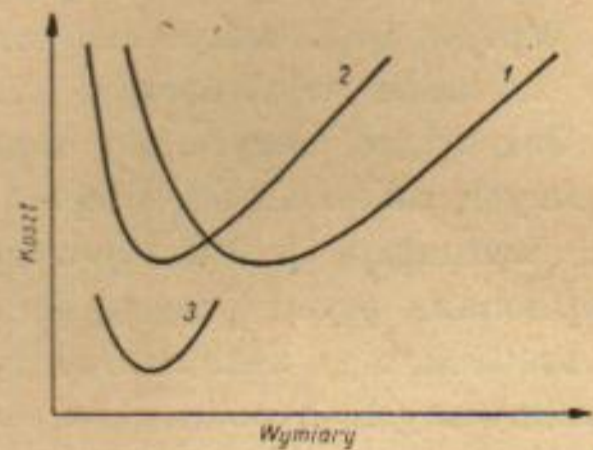
1 — objętość jednostkowa, w $\mu\text{F}/\text{cm}^3$; 2 — koszt jednostkowy, w $\mu\text{F}/\text{jednostka monetarna}$; 3 — stałość, w $\mu\text{F}/\mu\text{F}^\circ\text{C}$; 4 — dobroć, w V/V ; 5 — dokładność, w $\mu\text{F}/\mu\text{F}$.

dukowany w ciągu trzech lat, to zaoszczędzone roboczogodziny w stosunku rocznym wyniosą:

1) w zakładzie średnim, produkującym 100000 oporników dziennie, przy oszczędności 2 sekund na sztuce 12300 godzin,

2) w zakładzie dużym, produkującym 2000000 oporników dziennie, przy oszczędności 1 sekundy na sztuce 123000 godzin.

Uwaga (do rys. 9): Stałość określono jako odwrotność współczynnika cieplnego zmian pojemności, dokładność natomiast — jako odwrotność szerokości granic tolerancji przy zastosowaniu normalnych metod technologicznych



Rys. 10. Zależność kosztu produkcji podzespołu od jego wymiarów, według [1]

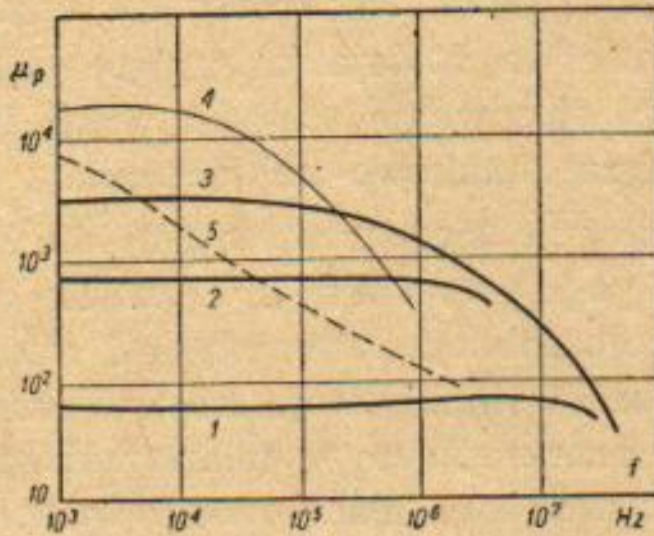
1 — przy zastosowaniu technologii klasycznej; 2 — przy wprowadzeniu nowego materiału; 3 — przy wprowadzeniu nowej metody technologicznej i nowego materiału

czynników, które występują zwykle jednocześnie ze skróceniem czasu procesu technologicznego, jeżeli skrócenie to zostaje osiągnięte jako wynik badań właściwości materiałowych, stosowania nowych zasad fizycznych itp. wyników pracy o charakterze naukowo-technicznym.

Współczesna technika elektronowa posługuje się coraz częściej dużą częstotliwością i szerokimi jej pasmami. Zjawisko to występuje szczególnie wyraźnie w telekomunikacji, automatyce i miernictwie, zwłaszcza przy stosowaniu techniki impulsowej. Aby tolerancje urządzenia elektronowego nie były przekraczane w miarę wzrostu częstotliwości, podzespoły muszą zachowywać swe znamionowe wartości w obrębie możliwie szerokiego pasma częstotliwości. Warunek ten jest równorzędny z możliwym zmniejszeniem współczynników resztkowych, takich jak: pojemność i indukcyjność opornika, upływność, stratność oraz indukcyjność w kondensatorze itp. Jednocześnie właściwość podstawowa nie może ulegać zmianie przy wzroście częstotliwości. Powinien być zatem do pominięcia wpływ zjawiska naskórkowości na składową rzeczywistą oporności w oporniku, działanie naskórkowości na rozkład prądu, a tym samym na indukcyjność w cewce indukcyjnej itd. Również właściwości materiałów dielektrycznych, ferromagnetycznych i półprzewodnikowych powinny być niezależne od częstotliwości. Wiadomo jednak, że niemożliwe jest skonstruowanie podzespołów w taki sposób, aby nie występowały współczynniki resztkowe, oraz że istnieje zawsze częstotliwość, powyżej której właściwości materiału i każdego podzespołu odbiegają od wartości znamionowych. Dlatego też należy uprzednio wykonać doświadczalne prace badawcze, które w wyniku powinny określić sposób zachowania się materiałów i podzespołów w najczęściej obecnie stosowanych pasmach częstotliwości. Powinno się również opracować pewne założenia teoretyczne pozwalające na taką interpretację wyników doświadczalnych, aby możliwe było przewidywanie zachowania się materiałów i podzespołów w czasie ich pracy przy dowolnej po raz pierwszy stosowanej częstotliwości.

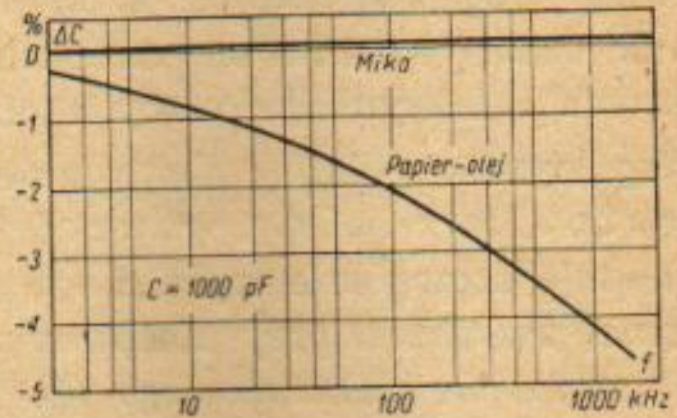
Ideąłem byłoby takie ujęcie teoretyczne, które pozwoliłoby na konstruowanie materiałów i podzespołów o z góry przewidzianych właściwościach, a więc i założonym zachowaniu się przy zmianach częstotliwości. Przy dzisiejszym stanie wiedzy technicznej znane jest najczęściej zachowanie się już wyprodukowanych materiałów i podzespołów w najczęściej stosowanych pasmach częstotliwości. Zachowanie to jest na ogół dalekie od ideału i to nawet dla materiałów i podzespołów produkowanych wyłącznie dla potrzeb elektroniki (rys. 11 i 12).

Jak widać na rys. 11 i 12, odchylenie od wartości znamionowych występuje przy tym mniejszej częstotliwości tym silniej, im bardziej są skrajne wartości znamionowe podzespołu oraz im bardziej skompli-

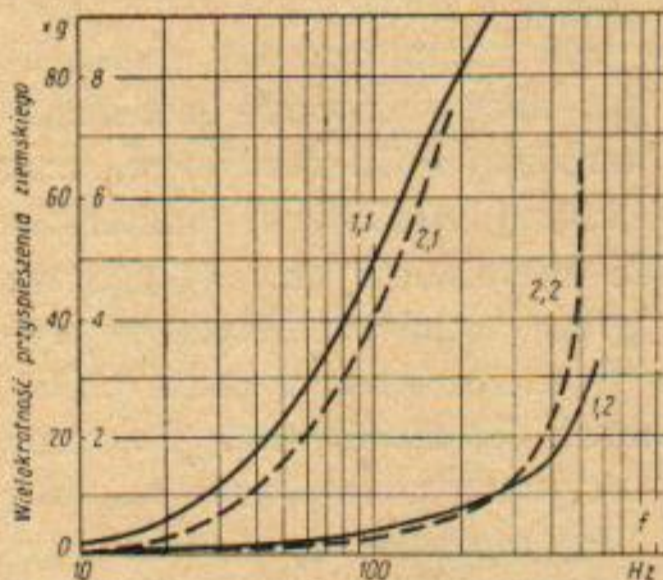


Rys. 11. Zależność początkowej przenikalności magnetycznej μ_p od częstotliwości f , według [41]

- 1 — rdzeń ferrytowy Ni-Zn, $\mu_p \approx 100$;
 2 — rdzeń ferrytowy Ni-Zn, $\mu_p \approx 1000$;
 3 — rdzeń ferrytowy Ni-Zn, $\mu_p \approx 3500$;
 4 — rdzeń Mo-Permalloy o grubości 0,03 mm; 5 — rdzeń z Mumetal o grubości 0,15 mm

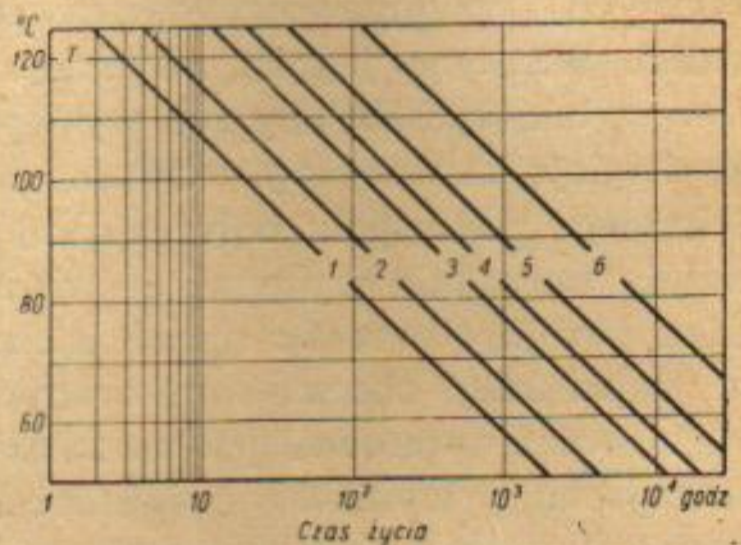


Rys. 12. Zależność pojemności C kondensatorów mikowych i papierowych od częstotliwości f , według [28]



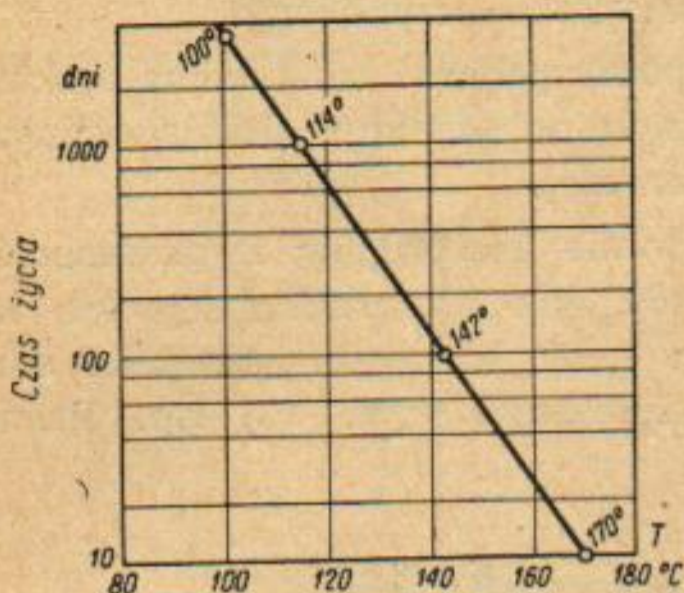
Rys. 13. Przyspieszenie maksymalne (składowa pionowa) zachodzące przy drganiach części samolotowych, według [11]

- 1, 1 — części znajdujące się na skrajach obudowy samolotu, skala (1÷10) g; 1, 2 — części znajdujące się na skrajach obudowy samolotu, skala (1÷100) g; 2, 1 — części znajdujące się w środkowych partiach samolotu, skala (1÷10) g; 2, 2 — części znajdujące się w środkowych partiach samolotu, skala (1÷100) g

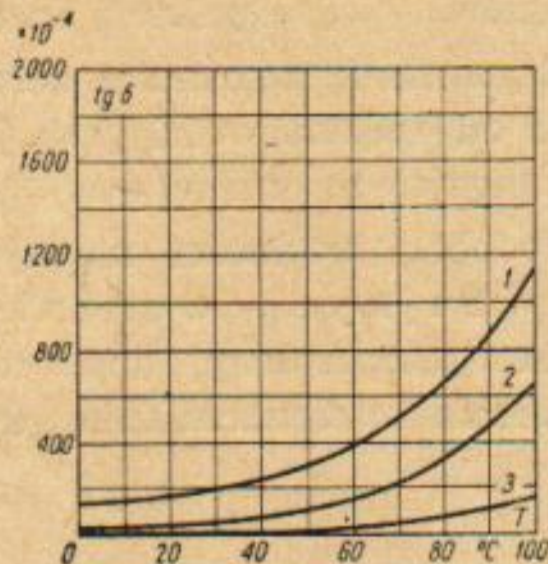


Rys. 14. Średni czas życia kondensatorów papierowych nasyconych różnymi syciwami w zależności od temperatury otoczenia T przy natężeniu pola w dielektryku wynoszącym 10 kV/mm, według [34]

- 1 — syciwo chloronaftalen, pierwszy rodzaj papieru; 2 — syciwo chlorodwufenyl, pierwszy gatunek papieru; 3 — syciwo chloronaftalen, drugi gatunek papieru; 4 — syciwo chlorodwufenyl, drugi gatunek papieru; 5 — syciwo ozokeryt, pierwszy gatunek papieru; 6 — syciwo olej (emulsja), pierwszy gatunek papieru

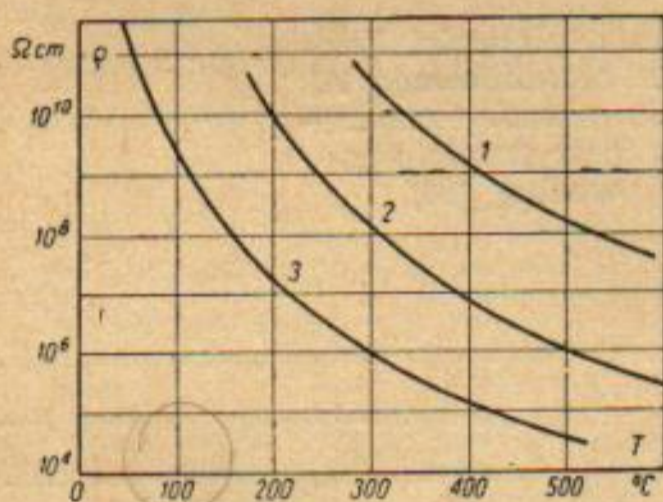


Rys. 15. Czas życia transformatorów w zależności od temperatury pracy T, według [2] (pomiar wykonano dla transformatorów niskonapięciowych pracujących w trudnych warunkach)

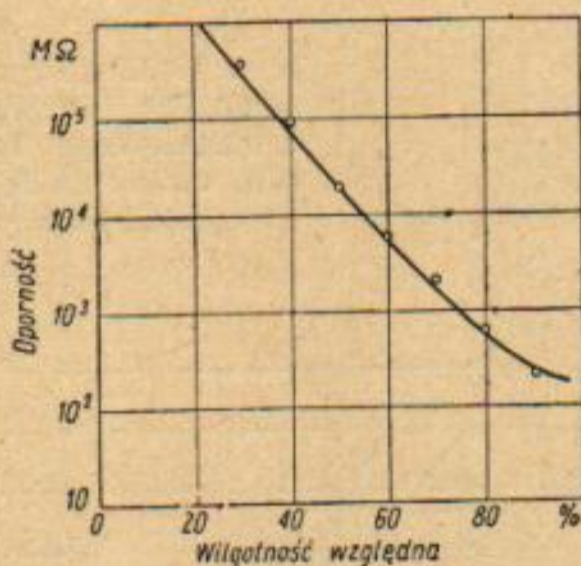


Rys. 16. Tangens kąta strat izolatorowych ceramicznych materiałów dielektrycznych w zależności od temperatury dla stałej częstotliwości pomiaru, według [42]

1 — porcelana twarda; 2 — steatyt; 3 — ceramika wielkiej częstotliwości



Rys. 17. Oporność skrośna ρ izolatorowych materiałów ceramicznych wielkiej częstotliwości w zależności od temperatury T, według [42] 1 — dielektryk wielkiej częstotliwości; 2 — steatyt; 3 — porcelana twarda

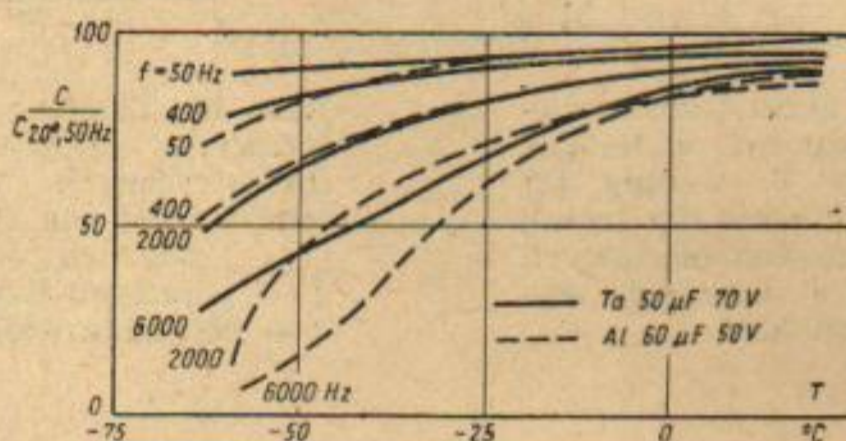


Rys. 18. Oporność powierzchniowa dielektryka ceramicznego wielkiej częstotliwości w zależności od wilgotności względnej otaczającego powietrza, według nie opublikowanych pomiarów Katedry Miernictwa Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej

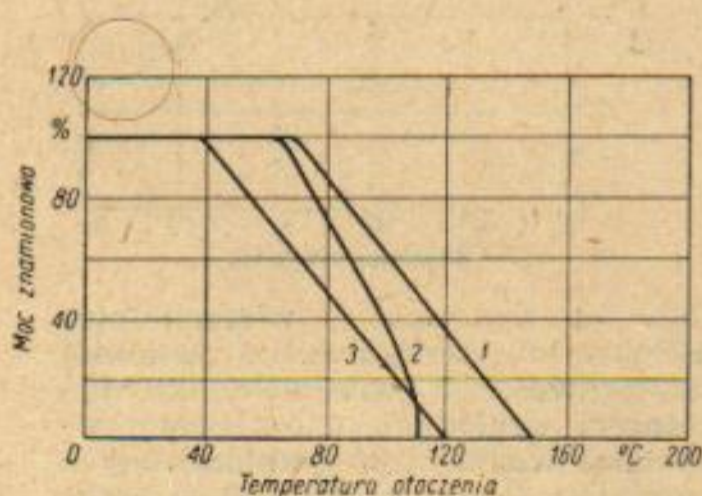
kowana jest budowa materiału lub konstrukcja podzespołu. W pracach teoretycznych omawiane jest tylko zachowanie się najprostszyc materiałów i podzespołów i to na ogół w sposób przybliżony.

Zagadnienie zależności właściwości podzespołów i materiałów elektroniki od częstotliwości jest jeszcze ciągle w stadium doświadczalnym, wymagającym intensywnej pracy badawczej.

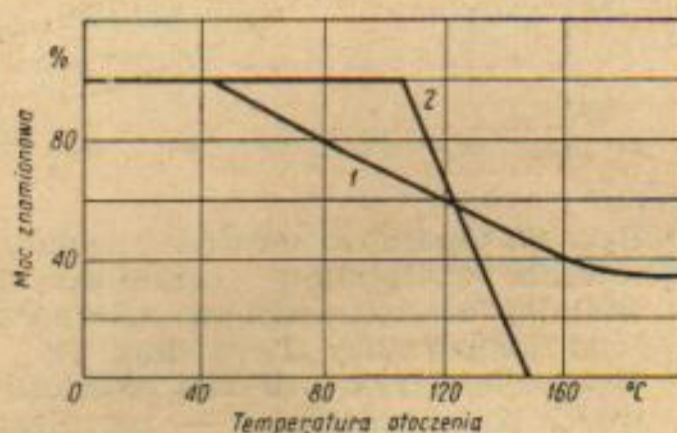
Podobne trudności napotyka stosowanie materiałów i podzespołów w skrajnych warunkach pracy, jak np. bardzo wysokie lub niskie temperatury, duża wilgotność, małe lub duże ciśnienie, silne działanie nasłonecznienia, duże przyspieszenie (rys. 13) itp. Prawie



Rys. 19. Porównanie zmian właściwości kondensatora elektrolitycznego aluminiowego Al i tantalowego Ta w czasie wahań temperatury otoczenia T ; jako parametr przyjęto częstotliwość pomiaru f , według [26]

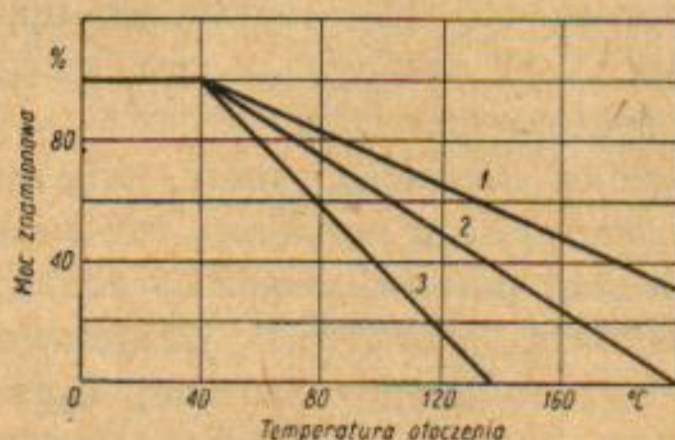


Rys. 20. Dopuszczalna moc obciążenia w zależności od temperatury otoczenia dla węglowych oporników warstwowych o warstwie oporowej osadzonej pirotechnicznie na podłożu ceramicznym, według [22]
Warstwa oporowa: 1 — bor-węgiel w szczelnej osłonie bakelitowej; 2 — metal osadzony piromechanicznie; 3 — węgiel



Rys. 21. Dopuszczalna moc obciążenia w zależności od temperatury otoczenia dla oporników drutowych, według [22]
1 — materiał oporowy „Vitrohm” (oporniki o znacznej mocy znamionowej); 2 — materiał oporowy „Duramag” (oporniki dokładne)

każdy z materiałów lub podzespołów zachowuje swe właściwości tylko w pewnym zakresie warunków i do tych warunków ogranicza się jego stosowalność (rys. 14, 15, 16, 17 i 18). Ścisłe teoretyczne przewidywanie zachowania się materiałów i podzespołów w innych warunkach jest



Rys. 22. Dopuszczalna moc obciążenia w zależności od temperatury otoczenia dla oporników warstwowych o warstwie oporowej osadzonej na szkle, według [22]
 1 — oporniki stosowane przy wielkiej częstotliwości; przy mocy znamionowej i $T = 40^{\circ}\text{C}$ czas życia wynosi 500 godz; 2 — oporniki stosowane przy podwyższonej temperaturze; przy temperaturze otoczenia $T = 40^{\circ}\text{C}$ temperatura najgorętszego punktu opornika wynosi 225°C ; 3 — oporniki o zwiększonej dokładności

prawie niemożliwe. Konstruktor i użytkownik powinien wymagać zatem przeprowadzenia odpowiednich badań w określonych warunkach oraz sformułowania przynajmniej pewnej hipotezy dotyczącej rodzaju i przebiegu zjawisk towarzyszących zmianom tych warunków. Postęp uzyskany ostatnio w zakresie rozszerzenia warunków pracy poszczególnych materiałów i podzespołów zilustrowany jest przykładowo na rys. 19, 20, 21 i 22.

STAN OBECNY I WARUNKI ROZWOJU PRODUKCJI MATERIAŁÓW I PODZESPOŁÓW Z DZIEDZINY ELEKTRONIKI W POLSCE

Na tle krótkiego i bardzo pobieżnego przeglądu światowej produkcji materiałów i podzespołów elektronicznych oraz kierunku rozwoju prac badawczych z tym związanych można ocenić rozwój przemysłu polskiego i krajowych prac badawczych w tej dziedzinie. W tym celu zostaną porównane właściwości poszczególnych materiałów i podzespołów obecnej produkcji krajowej ze stanem takich samych materiałów i podzespołów produkowanych za granicą wówczas, gdy jakość wytworów zagranicznych i krajowych była mniej więcej jednakowa. W ten sposób będzie można określić czasowe opóźnienie jakości wytwórczości krajowej.

Analizy takiej nie da się przeprowadzić pod względem liczby wytwarzanych podzespołów ze względu na brak odpowiednich danych statystycz-

nych i nieporównywalność ekonomicznych warunków. Można natomiast zestawić brakujące całkowicie rodzaje podzespołów i zanalizować wpływ tych braków na rozwój wytwórczości krajowych urządzeń elektronicznych. Należy również dokonać przeglądu prac badawczych z tej dziedziny dla zorientowania się, czy różnice między wytwórczością krajową a zagraniczną zmniejszają się, czy też zwiększają. Porównanie takie przeprowadzono w tabl. 4. W zestawieniu tym uwzględniono tylko podzespoły czynne oraz niektóre materiały.

Przytoczone zestawienie odpowiada mniej więcej produktom rynkowym dostępnym dla przeciętnego wytwórcy lub pracownika naukowego.

Jak widać z tabl. 4, stan polskiej produkcji materiałów i podzespołów elektronicznych odpowiada przeciętnie jakościowo i asortymentowo produkcji z lat 1930—1936 krajów bardziej uprzemysłowionych. Porównanie pod względem ilościowym wypada jeszcze bardziej na naszą niekorzyść, jeżeli jako kryterium wziąć pod uwagę zaopatrzenie rynku. Z produktów wprowadzonych na rynki światowe po 1945 roku około 90% w ogóle w Polsce nie wyrabia się. Z pozostałych 10% dziewięć dziesiątych wytwarza się w skali laboratoryjnej, przeważnie w minimalnej ilości i to z ogromnym rozrzutem właściwości, przy zupełnym braku doświadczenia co do czasu życia oraz przy koszcie własnym wielokrotnie wyższym niż cena sprzedażna za granicą.

Na podstawie rozwoju tej gałęzi przemysłu w Związku Radzieckim, w Czechosłowacji, w Niemieckiej Republice Demokratycznej, we Francji itd. można sądzić, że stan ten mógłby się zmienić w krótkim czasie tylko w przypadku przeprowadzenia intensywnej pracy adaptacyjnej i badawczej. Tymczasem organizacja pracy badawczej i techniczno-badawczej przedstawia się w Polsce gorzej niż wytwórczość przemysłowa.

W państwach uprzemysłowionych prace badawcze z zakresu materiałoznawstwa i podzespołów elektronicznych dotyczą wielu dziedzin począwszy od zagadnień teoretycznych z zakresu budowy ciała stałego a skończywszy na problemach ekonomicznych produkcji masowej. Podział pracy jest mniej więcej następujący [4, 5, 6, 7, 9]:

Zagadnieniami podstawowymi, nie związanymi z określoną produkcją, zajmują się pracownie szkół wyższych lub też państwowych biur miar, natomiast badania podstawowe w określonych dziedzinach przemysłowych przeprowadzają wyższe szkoły techniczne i instytucje przemysłowe lub też laboratoria dużych koncernów przemysłowych. Metody technologiczne i zagadnienia ekonomiczne procesów opracowywane są w instytucjach przemysłowych i w laboratoriach zakładów produkcyjnych. Jedynie duże koncerny, jak np. Siemens w Niemczech, AT & A w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. lub Philips w Holandii posiadają kompletne własne instytuty badawcze, zajmujące się całokształtem zagad-

Tablica 4

Porównanie właściwości materiałów i podzespołów produkcji krajowej z właściwościami materiałów i podzespołów produkcji zagranicznej

Rodzaje podzespołów	Rodzaje materiałów	Stan wytwórczości polskiej
Kondensatory i dielektryki	Dielektryki izolatorowe Izolatory stosowane w elektronice	<p>Ceramiczne: wąski asortyment, mała ilość, brak materiałów obrabianych na zimno (mycalex), brak ceramiki porowatej, brak pełnego asortymentu kształtek, brak szkła wielkiej częstotliwości (pyrex), brak miki, brak szkła kwarcowego</p> <p>Tworzywa sztuczne: brak polistyrolu, polietylenu, tetrafluoroetylenu, zbyt mała ilość i niedokładnie znane właściwości bakelitu z miką jako napełniaczem, brak silikonów i tłoczyw wiązanych silikonami</p> <p>Ogólnie stan wytwórczości polskiej można ocenić jako porównywalny z wytwórczością europejską (Niemcy, Anglia, Francja) z lat 1933—1936 zależnie od rodzaju materiału</p>
	Materiały kondensatorowe Kondensatory stosowane w elektronice	<p>Brak kondensatorów ciśnieniowych, brak kondensatorów styroflexowych i podobnych, stan kondensatorów mikowych i ceramicznych ilościowo niezadowalający, brak kondensatorów ceramicznych o dodatnim współczynniku cieplnym zmian pojemności, brak kondensatorów z dielektrykiem ferroelektrycznym, brak kondensatorów papierowych napyłanych i lakowych oraz olejowych, brak kondensatorów elektrolitycznych miniaturowych i pracujących w niskich temperaturach, jak np. tantalowe, wymiary kondensatorów przeciętnie takie jak w latach 1930—1935, asortyment taki jak w 1935 r., stan kondensatorów papierowych (z wyjątkiem kondensatorów hermetycznych) taki jak w 1940 r.</p>
Materiały ferromagnetyczne i cewki indukcyjne	Magnesy trwałe	<p>Całkowity brak doświadczenia w uzyskiwaniu trwałości właściwości magnetycznych, niemożność stosowania w przyrządach precyzyjnych, brak magnesów stopowych specjalnych</p> <p>Stan wytwórczości odpowiada wytwórczości zagranicznej z lat 1930—1935</p>
	Ferryty i proszkowe	<p>Opracowanie na poziomie laboratoryjnym, brak asortymentów, brak opracowania technologii, niepowtarzalność właściwości</p> <p>Stan rdzeni proszkowych odpowiada rdzeniom zagranicznym z 1939 r., wytwarzanie ferrytów jak w 1947 r., ilościowo obie produkcje w początkach, ogólny stan nie lepszy niż w 1939 r.</p>

Tablica 4 (c.d.)

Rodzaje podzespołów	Rodzaje materiałów	Stan wytwórczości polskiej
Oporniki	Linowe	Brak oporników drutowych precyzyjnych, brak tanich oporników masowych, brak oporników warstwowych boro-węglowych i innych o wąskich granicach tolerancji i podwyższonej temperaturze pracy, brak oporników miniaturowych, brak poprawnych potencjometrów, brak oporników drutowych emaliowanych o dużej obciążalności Wytwórczość odpowiada jakościowo produkcji zagranicznej z lat 1932—1936 z tym, że całkowicie brak niektórych rodzajów
Przewody	Nieliniowe Kable koncentryczne i przewody mikrofalowe	Całkowity brak — stan sprzed 1939 r. Brak kabli z dielektrykiem ceramicznym, brak falowodów, brak wnęk itp. osprzętu mikrofalowego, zły stan przewodów emaliowanych, brak linii opóźniających, wyrób licy na poziomie 1930 r., stan gorszy niż w 1939 r.
Zródła	Baterie, ogniwa, akumulatory	Brak miniaturowych ogniw akumulatorowych, brak ogniw wysokonapięciowych o małym prądzie, brak baterii niskonapięciowych o długim czasie życia (cynk-srebro itp.), całkowity brak przetworników Stan wytwórczości z lat 1935—1936

nień — od teorii do metod produkcji masowej. O środkach, którymi rozporządzają tego rodzaju instytuty, może świadczyć budżet Bell Laboratories (samodzielne laboratorium badawcze koncernu AT & T), który w 1955 r. wynosił 700 mln dolarów.

Ponieważ inne instytuty nie są w możności przeprowadzać prace badawcze z różnych dziedzin techniki, przeto coraz częściej tworzy się zespoły specjalne, w skład których wchodzi pracownicy różnych firm, subwencionowani przez zainteresowany przemysł lub przez państwo [4, 9] i zajmujący się wspólnie opracowaniem jakiegoś poszczególnego zagadnienia. W takich zespołach pracują ludzie o różnych możliwościach i zainteresowaniach, jak np. matematycy, fizycy, inżynierowie, ekonomiści itd. W ten sposób zostają stworzone możliwości jednoczesnego opracowania poszczególnych fragmentów jednego zagadnienia w stosunkowo krótkim czasie, co umożliwia szybkie oddanie opracowanej dokumentacji do produkcji.

Typowym przykładem takiej współpracy jest opracowanie lamp półprzewodnikowych w zespole Bell Laboratories, lamp mikrofalowych i radaru w zespole Radio Laboratories zgrupowanym w czasie II wojny światowej w Massachusetts Institute of Technology i wiele innych.

Wyższe uczelnie techniczne i uniwersytety nie mogą zwykle zapewnić środków potrzebnych do przeprowadzenia badań w takim stopniu, jak ma to miejsce w laboratoriach przemysłowych. Główny ich atut stanowi większa liczba godzin, które mogą być poświęcone na pracę zrazu nieprodukcyjną. Jest to czas poświęcony pracy naukowej przez ludzi opłacanych zasadniczo za zajęcia dydaktyczne. Stanowi to w sumie wielki rezerwat roboczogodzin i niczym nie skrepowanych pomysłów tkwiących w pracach dyplomowych, przejściowych, kandydackich, doktorskich itp. Dlatego przeważająca część pomysłów naukowo technicznych powstaje za granicą w pracowniach wyższych uczelni, a dopiero potem jest przekazywana do opracowania w laboratoriach fabrycznych i do zastosowania w produkcji.

Kierunek badań naukowo-technicznych jest częściowo przypadkowy, zależny od zainteresowań instytutów i potrzeb produkcji, a częściowo regulowany przez kontrakty państwowe, obejmujące około 80 ÷ 90 % wszystkich placówek naukowo-badawczych oraz 10 ÷ 15 % ogólnego budżetu przemysłowego, przy czym państwo stara się poprzeć dziedziny specjalnie ważne, które w danej chwili mogą nawet nie interesować przemysłu wytwórczego. Właściwa gospodarka subwencjami jest zapewniona przez przydzielenie ich nie przez administrację, lecz przez odpowiednie komisje niezależnych ekspertów powoływanych przez państwo [9]. Komisje te przewidują również zapotrzebowanie na fachowców z poszczególnych dziedzin techniki, przez co dają możliwość wyższym uczelniom kształcenia pracowników technicznych do przyszłych potrzeb przemysłu.

Na rys. 23 uwidoczniono krzywe ilustrujące sumy wydawane w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. na prace badawcze i na nowe konstrukcje, a w tabl. 5 zgromadzono dane dotyczące liczby stopni naukowych z zakresu nauk inżynierskich i z fizyki osiągniętych rocznie w Ameryce i w Związku Radzieckim.

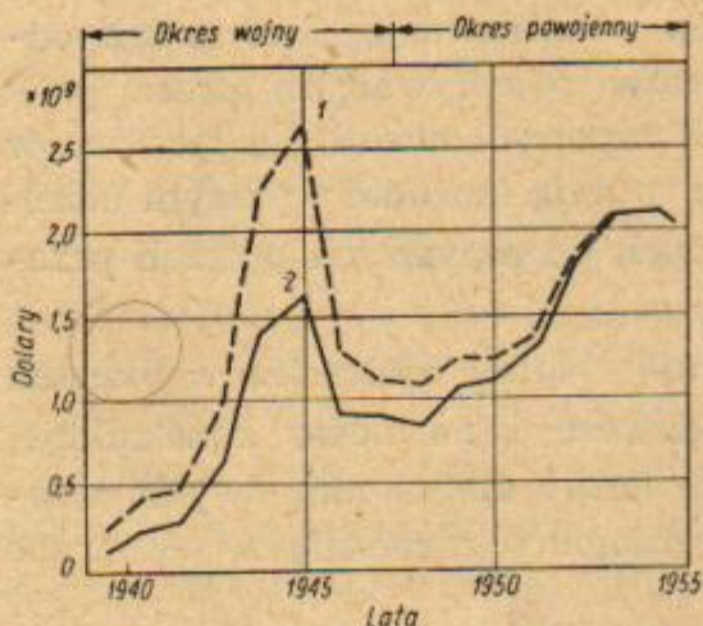
W Polsce liczba pracowników zajmujących się badaniami z dziedziny podzespołów i materiałów jest znikoma, a ich możliwości materialne znacznie odbiegają od norm zagranicznych. Na prace badawcze z tej dziedziny jest wydatkowany prawdopodobnie ułamek procentu kwot przeznaczonych na wytwórczość przemysłową, a ośrodków zajmujących się materiałami i podzespołami elektroniki jest zaledwie kilka. Co gorsza, prace badawcze podejmowane dotychczas uważane są na ogół przez kierownictwo większości szkół wyższych i instytutów naukowych za nienaukowe, a przez ośrodki przemysłowe — za nierealne i nieopłacalne. Dlatego też postęp w zakresie przemysłowym z tej dziedziny jest utrudniony, ponieważ opieramy się najczęściej na wzorcach obcych i li-

Tablica 5

Liczba stopni naukowych (B.S.) uzyskanych w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. w poszczególnych latach oraz liczby przewidywane do uzyskania w latach do 1964 roku [wg Tele-Tech luty 1956]

Rok	Uzyskane stopnie inżynierów w ogóle	Uzyskane stopnie inżynierów elektryków	Uwagi
1940	15100	2880	1. Stosunek techników elektryków do inżynierów elektryków 1:5 dla elektroniki, 1:10 dla energetyki 2. W Związku Radzieckim ogółem 53000 w 1955 r.
1945	8500	1540	
1948	31000	6716	
1950	52000	13270	
1952	30000	6453	
1954	22000	4485	
1956	28000	6600	
1958	37000	8300	
1960	38000	8500	
1962	39000	9750	
1964	43000	9700	

cencjach często przestarzałych. Wprowadzenie i tych „nowości” do produkcji opóźnia się znacznie ze względu na brak odpowiednio wykształconych kadr pracowników oraz niemożność rozstrzygnięcia nawet najprostszych problemów badawczych, które nasuwają się również przy wprowadzaniu do produkcji wzorców obcych.



Rys. 23. Pozycja budżetu w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. na prace badawcze i nowe konstrukcje
1 — koszt według wartości dolara z 1953 r.; 2 — koszt według wartości dolara z 1956 r.

Z wyżej wymienionych powodów wytwórczość polska w zakresie materiałów i podzespołów elektroniki nie może dogonić wytwórczości państw uprzemysłowionych i co gorsza — dystans ten stale i coraz szybciej zwiększa się. Stan taki wywołany jest kilkoma zjawiskami o różnym charakterze. Pierwsze z nich i — jak się wydaje — najważniejsze to negatywne nastawienie części pracowników naukowych do tego rodzaju prac badawczych. Nastawienie to spowodowane jest tym, że są one w omawianej dziedzinie żmudne i nieefektywne. Wymagają

przy tym wiadomości bardzo rozległych, zmuszając tym samym do pracy zespołowej. Jak przy każdym opracowaniu technologicznym konieczną rzeczą jest przy tym przeprowadzenie wielu drobiazgowych doświadczeń, w wyniku których otrzymuje się dopiero wnioski, których słuszność może być natychmiast sprawdzana na dużym materiale doświadczalnym, dostarczonym przez wytwórczość przemysłową. W ten sposób

wszystkie błędy i niedociągnięcia pracy naukowej mogą być uwidocznione bardzo szybko.

Takie metody badań doświadczalnych nie są popularne tam, gdzie dąży się do szybkich i efektywnych wyników. Dlatego prawdopodobnie są one na ogół traktowane jako nienaukowe, zwłaszcza w ośrodkach uniwersyteckich, mimo że nikt nie może zaprzeczyć, że zawierają prawie zawsze nowe koncepcje i że do przeprowadzenia ich konieczne jest użycie poważnych środków badawczych, a osiągnięte wyniki prowadzą do usystematyzowania dotychczasowych wiadomości z budowy ciała stałego, zachowania się jego powierzchni itp.

Innym czynnikiem hamującym rozwój prac badawczych z tej dziedziny jest sposób ich planowania. Planowanie przeprowadzania tych prac w Polsce obejmuje zasadniczo jedynie wycinki zagadnień szczególnie ważnych z poszczególnych dziedzin pomijając całokształt zagadnienia. W planowaniu pomija się bardzo często bardzo wiele zagadnień drobnych stanowiących tło danej dziedziny. Zbadanie zagadnień uznanych za szczególnie ważne oraz przeznaczone na nie środki materialne powierzone zostają pojedynczym ośrodkom badawczym, przy czym dzieje się tak formalnie dlatego, aby była gwarancja właściwego wyzyskania przydzielonych kredytów.

W ten sposób poza zasięgiem planowania pozostają liczne, nie rozwiązane dotychczas zagadnienia, a mniejsze ośrodki badawcze nie są w ogóle uwzględniane w planowaniu. Wskutek tego wiele pomocniczych gałęzi badawczych w ogóle się nie rozwija, a rozwój materiałoznawstwa i konstrukcja podzespołów elektroniki ulegają zahamowaniu. Co gorsza, tego rodzaju system planowania uniemożliwia również należyte opracowanie fragmentów uznanych za ważne, ponieważ stanowią one zwykle tak obszerny i złożony problem, że żaden spośród polskich ośrodków badawczych nie ma wystarczających warunków do ich zadowalającego rozwiązania.

Jako typowy przykład może posłużyć problem miniaturyzacji podzespołów. Problem ten, jakkolwiek ujęty jednym „hasłem”, składa się z wielu odrębnych zagadnień, dotyczących wielu dziedzin nauki i techniki, jak metalurgia (warstwy przewodzące), ceramika (materiał podłoży), fizyka ciała stałego (zjawiska powierzchniowe i warstw cienkich), elektrotechnika teoretyczna (naskórkowość, zachowanie się materiałów przewodzących ziarnistych) i wiele innych. Przeprowadzenie badań nad tymi zagadnieniami przekracza możliwości każdego z polskich ośrodków badawczych, jeżeli naturalnie rozwiązanie problemu ma być całkowite i konkretne. Poza tym miniaturyzacja jest tylko jednym fragmentem zagadnienia konstrukcji podzespołów elektroniki. Zmniejszenie wymiarów bez jednoczesnego uwzględnienia problemu czasu ich życia oraz techno-

logii i ekonomiki produkcji masowej jest rozwiązaniem jednostronnym, nie przedstawiającym prawie żadnej wartości ani dla nauki, ani dla przemysłu.

Wydaje się, że w warunkach polskich jedynie zespołowe opracowanie zagadnień o charakterze materiałoznawczo-technologicznym może dać dobre wyniki. Tymczasem zorganizowanie pracy zespołowej natrafia na trudności. Pierwszą z nich jest brak zrozumienia potrzeby takiej pracy przez samych pracowników naukowych, drugą zaś jest brak pracowników o dostatecznych kwalifikacjach. Polskie szkolnictwo wyższe nie szkoli dotychczas dostatecznej liczby pracowników, którzy mogliby się zająć konstrukcją i technologią podzespołów w dziedzinie elektroniki. Niedostateczne zaopatrzenie pracowni szkół wyższych w materiały i przyrządy do badań uniemożliwia w praktyce poważniejsze szkolenie przyszłych pracowników naukowych, a współpraca z przemysłem, która umożliwiłaby właściwe kształcenie w zakresie technologicznym, jest utrudniona wskutek istnienia przepisów o zabezpieczeniu tajemnicy przemysłowej i terenowego oddzielenia ośrodków badawczych i produkcyjnych.

W ten sposób powstaje sytuacja bardzo trudna: z jednej strony brak pracy badawczej i chęci do niej hamuje postęp techniczny i wytwórczość materiałów oraz podzespołów elektronicznych, z drugiej zaś strony niezadowolająca produkcja stwarza braki w zaopatrzeniu rynku w podzespoły, których niedostateczna liczba lub zła jakość uniemożliwia podjęcie jakichkolwiek poważniejszych prac badawczych. Stan ten utrudnia rozwój wszystkich dziedzin, w których znajduje zastosowanie elektronika, a przede wszystkim łączności, automatyki i miernictwa.

Wydaje się, że jednym z możliwych rozwiązań panujących obecnie trudności mogłoby być stworzenie samodzielnych grup pracowników. Zespoły takie powiązane tematycznie i — o ile możliwości — również terenowo powinny składać się z pracowników zakładów produkcyjnych wielkoseryjnych oraz biur konstrukcyjnych, które opracowują nowe metody produkcyjne oraz ulepszenie już istniejących metod, a następnie — z pracowników instytutów przemysłowych zajmujących się konstrukcją podzespołów doświadczalnych i wypróbowaniem ich właściwości. W skład zespołu powinna również wchodzić odpowiednia sekcja specjalizacyjna wyższej uczelni technicznej, dbająca o dopływ fachowców oraz o rozwój zagadnień badawczych długofalowych, związanych bezpośrednio lub pośrednio z produkcją, oraz o ulepszenie podzespołów i materiałów elektronicznych. W przypadku niemożności terenowego połączenia wszystkich instytucji ze względu na trudności lokalizacyjne należałoby chociaż stworzyć grupę obejmującą pracowników instytutu przemysłowego, uczelni i zakładu produkcyjnego na małą skalę w sze-

rokiem jednak zakresie asortymentów. W zespole takim mogłyby być przeprowadzane prace począwszy od koncepcji konstrukcji podzespołów aż do opracowania technologicznego. Wyniki pracy mogłyby być przekazywane do sprawdzenia zakładowi wielkoseryjnemu.

Wymienione wyżej instytucje ściśle ze sobą współpracujące mogłyby również opracować propozycje logicznego i realnego planu badań i polityki kadrowej z dziedziny podzespołów elektroniki jak również rozdziału środków materialnych przeznaczonych na uruchomienie poszczególnych etapów badań produkcji.

Nasuwa się pytanie, czy wysiłek, z jakim bezsprzecznie związane jest stworzenie operatywnego systemu badawczo-wytwórczego, opłaci się w przypadku podzespołów i materiałów elektronicznych. W związku z tym należy sobie uprzytomnić, że obecnie główny postęp techniczny idzie w kierunku zwiększenia liczby produktów przez automatyzację produkcji i energetyki oraz poprawienia jakości produktu i pewnego ruchu urządzeń energetycznych przez zastosowanie odpowiednich środków technologicznych oraz udoskonalenie pomiaru właściwości i kontroli. Większość urządzeń pomiarowych, kontrolnych i automatyzacyjnych, stosowanych w każdej gałęzi przemysłu, jest oparta na działaniu urządzeń elektronicznych. Konstrukcja i działanie tych urządzeń elektronicznych zależy przeważnie od różnorodności i niezawodności użytych materiałów i podzespołów. Dlatego wytwórczość i prace badawcze z zakresu materiałów i podzespołów urządzeń elektronicznych stanowią w wytwórczości światowej jedną z najbardziej rozwijających się gałęzi przemysłu i nauk technicznych. A tak — niestety — nie jest w Polsce.

WNIOSKI

Istnienie wytwórczości podzespołów elektroniki niezawodnych w działaniu, tanich, małych i o dostatecznie szerokim asortymencie warunkuje możliwość konstruowania zespołów elektronicznych. Zespoły te są podstawowymi częściami urządzeń służących do pomiaru, kontroli i automatyzacji wytwórczości przemysłowej i energetyki. Stanowią one również — w postaci przyrządów pomiarowo-kontrolnych — podstawową część prawie każdej aparatury przeznaczonej do badania. Produkcja podzespołów elektroniki ma charakter masowy, natomiast prace badawcze z zakresu ich konstrukcji stanowią typową dziedzinę fizyki technicznej.

W Polsce wytwórczość tego rodzaju podzespołów jest opóźniona w stosunku do zagranicy o 10 do 20 lat. Prace badawcze z tej dziedziny prawie nie istnieją. Przemysł polski musi szybko nadrobić braki ilościowe i asortymentowe wykorzystując na razie doświadczenia obce (aby nie zahamować całkowicie rozwoju technicznego innych gałęzi wytwórczości

i nauki). Jednocześnie muszą być rozpoczęte intensywne prace badawcze oraz akcja kształcenia kadr, aby dalszy rozwój mógł być oparty na własnych pomysłach i aby był dziełem własnych pracowników.

Stworzenia bazy prac badawczych i kadrowej nie należy oczekiwać od uniwersytetów, mimo przeważnie fizycznego charakteru tych badań. Powodem tego jest niechęć i lekceważenie prac badawczych fizyko-technicznych przez większość pracowników uniwersyteckich oraz przestarzałe metody szkolenia doświadczalnego kadr młodych fizyków. Wobec tego wyższe szkoły techniczne muszą przejąć na siebie zarówno szkolenie, jak i organizację części prac badawczych z tego zakresu przez utworzenie kierunków specjalistycznych z zakresu podzespołów i materiałów oraz przez rozpoczęcie wytężonej pracy badawczej w katedrach oraz zakładach fizyki politechnik.

Prace badawcze powinny być podzielone między katedry wyższych uczelni technicznych, instytuty przemysłowe i przyfabryczne biura rozwojowe. W ramach tego podziału katedry wyższych uczelni technicznych mogłyby zajmować się badaniami podstawowymi, długofalowymi, instytuty przemysłowe — badaniami stosowanymi (technicznymi) i wstępną konstrukcją, przyfabryczne biura konstrukcyjne i rozwojowe natomiast — konkretnymi konstrukcjami dla wytwórczości masowej oraz wprowadzeniem i ekonomizacją metod technologicznych, urządzeń kontrolnych i automatyzacyjnych do produkcji.

Dla zharmonizowania poszczególnych etapów pracy byłoby wskazane utworzenie zespołów terenowych, w ramach których pracowałiby przedstawiciele miejscowej wyższej uczelni technicznej, przedstawiciele oddziału instytutu przemysłowego, zakładu wytwórczego doświadczalnego, produkującego małe serie wielu rodzajów elementów lub podzespołów oraz przedstawiciele innego zakładu produkującego duże serie niewielu rodzajów elementów lub podzespołów.

Niezależnie od przyjęcia takiej czy innej formy organizacyjnej wytwórczości i badań należy stwierdzić, że rozszerzenie wytwórczości i podjęcie badań naukowych z dziedziny podzespołów i materiałów elektroniki musi nastąpić szybko, w przeciwnym bowiem razie zostanie zahamowany już w najbliższych latach postęp techniczny w większości dziedzin wytwórczości przemysłowej i energetycznej oraz, praktycznie biorąc, wszystkich poważniejszych badań naukowych z zagadnieniami atomowymi włącznie.

W obecnej chwili opóźnienie techniki i nauk fizyko-technicznych polskich w stosunku do zagranicy zwiększa się stale, co spowodowane jest w znacznej mierze niemożnością stosowania aparatury elektronicznej pomiarowej, kontrolnej i automatyzacyjnej.

WYKAZ LITERATURY

1. Danzin A.: Sur quelques aspects du problème des pièces détachées en électronique. — *L'Onde Électrique* 35 1955 (Nr 336) 181.
2. Blackburn J. F.: *Components Handbook*, tom 17. MIT Radiation Laboratory Series Mc Graw-Hill New York 1949.
3. Przebieg dyskusji nad projektem planu 5-letniego w przemyśle teletechnicznym i lampowym. — *Prz. Telekom.* 29, 1956 (Nr 3) 65.
4. Borden W. A., Carroll F. O., Woldron A. W., Osborne R. M., Kobrich W. C., Schulz J. W., Warren L. H., Doriot G. F., v. Densen G. W.: Mobilisation of Scientific Resources in the US Army. — *J. Appl. Phys.* 16, 1945, 169.
5. Organisation for Scientific and Industrial Research. — *Nature* 160, 1947 (Nr 4078) 883.
6. Research Committee of the IEE. British Research in the Radio Field. — *J. Instn. Electr. Engrs.* 94, I, 1947 (Nr 83) 502.
7. Sisojan G. A.: Nauczno-techniczeskije problemy promyszlennoj elektrotechniki. — *Elektriczestwo* 1948 Nr 3.
8. Hobson J. E.: Men in Research. — *Proc. IRE* 36, 1948, 650.
9. Spangenberg K. R.: Basic Research Projects under ONR Office of Naval Research Contracts. — *Electronics* June 1949, 66.
10. Jellonek A.: *Miernictwo radiotechniczne*. PWT Warszawa 1952.
11. Hervé M.: Le problème des pièces détachées radioélectriques d'aviation. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 340), 645.
12. Rockett F.: Component Design Trends. — *Electronics* 27, 1954 (Nr 7—9), 132.
13. Andrieux P.: Pièces détachées d'électronique. — *L'Onde Électrique* 36, 1956 (Nr 348), 165.
14. Danzin A.: L'organisation de l'effort français en matière de spécifications pièces détachées. — *L'Onde Électrique* 36, 1956 (Nr 348), 169.
15. Dauphin M. A.: Le contrôle des pièces détachées des industriels électriques. — *L'Onde Électrique* 36, 1956 (Nr 348), 176.
16. Bellugue M.: Les résistances à usage radioélectrique, leurs caractéristiques, leurs limites d'emploi. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 189.
17. Ozoux J. R.: L'évolution d'une spécialisation industrielle résistances rehoostats bobinés vitrifiés potentiomètres au graphite. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 203.
18. Bristeau P.: Résistance de haute valeur à couche organique. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 220.
19. Telsien-Chi N., Vergnoll J.: Résistance non-linéaires. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336).
20. Nottebrock H.: *Bauelemente der Nachrichtentechnik*, tom I. Verlag Schiele & Schön Berlin 1949.
21. Cackett W. T.: Problems Encountered and Procedures for Obtaining Short-Term Life Ratings on Resistors. — *Trans. IRE PG-CP-3*, 1955 April, 15.
22. Rockett F.: Fixed Resistors Short-Stability Improvements. — *Electronics* 27, 1954 (Nr 9), 132.
23. Flaks S., Pigeonier A.: Les condensateurs au polystyrol. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 288.
24. Vavalidi P., Bolaman F., Kohan V.: Comportement en haute fréquence des condensateurs au mica. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 295.

25. *Miguelis H. E.*: Les condensateurs électrolytiques. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 308.
26. *Thien-Chi N., Vergnoll J.*: Une nouvelle pièce détachée miniature le condensateur électrolytique au tantale. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 318.
27. *Mayeur J. P.*: Évolution de la technique des condensateurs au papier durant les dix dernières années. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 284.
28. *Brotherton M.*: Capacitors, their Use in Electronic Circuits. D.v. Nostrand New York 1946 i 1952.
29. *Weeks J. R.*: Metallized Paper Capacitors. — *Proc. IRE* 38, 1950 (Nr 7), 1015.
30. *Mc Lean D.*: Metallized Paper Capacitors. — *Proc. IRE* 38, 1950, 1010.
31. *Mc Lean D. A., Wehe H. G.*: Miniature Lacquer Film Capacitors. — *Proc IRE* 42, 1954 (Nr 12b), 1799.
32. *Buck J., Siciński Z.*: Stabilizacja woskolu przy pomocy antrachinonu. — *Prace Instytutu Elektrotechniki R. V*, 1956, Nr 16, 1.
33. *Renné W. T.*: Sowriemiennyje bumaznyje kondensatory. *Doseniergoizdat Moskwa* 1948 i 1952.
34. *Church H. F.*: Factors Affecting Life of Impregnated Paper Capacitors. — *J. Instn. Electr. Engrs.* 98, P. III, (Nr 52), 1951, 113.
35. *Laurent C. M.*: Développements de séries "normalisées" de condensateurs au papier imprégné. — *L'Onde Électrique* 36, 1956 (Nr 348), 194.
36. *Villachon A.*: Nouveaux alliages à hautes propriétés magnétiques et magnétostrictives. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (336), 340.
37. *Folliot M.*: Les matériaux magnétiques à faible champ coercitif. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 357.
38. *S.A.T.*: Noyaux magnétiques en poudre d'alliage. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 562.
39. *Pellisier G.*: Étude et contrôle des matériaux magnétiques utilisées en radio-électricité. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 366.
40. *Rozes J.*: Paramètres effectives des ferrites de nickel dans le gamme 0-10000 MHz. — *L' Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 374.
41. *Harlem J. V.*: Ferro- und Ferrimagnetische Stoffe bei hohen Frequenzen. — *Elektron. Rundsch.* 1955 (Nr 3), 98.
42. *Albers-Schönberg E.*: Hochfrequenz-Keramik. T. Steinkopff Leipzig 1939.
43. *Eikens A.*: Fabrication et possibilités du quartz moderne. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 294.
44. *Alizue E.*: Les relais électromagnétiques dans la télécommunications. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 400.
45. *Bristeau P.*: Pile miniatura haute tension. — *L'Onde Électrique* 35, 1955 (Nr 336), 417.
46. Radio und Electronic Component Manufacturers Federation, 23 annual report. — *Wireless World* 62, 1956 (Nr 4), 154.
47. *Greenwood I., Hold J. V., Marrac D.*. *Electronic Instruments*. Mc Graw Hill New York 1948.
48. *Naum W.*: Klimatische Beanspruchung der Nachrichtengeräte. — *Nachrichtentechnik* 5, 1955, 137.