

6.65 — przepływy w ośrodkach  
wielofazowych i porowatych.  
Konsolidacja

Praca zbiorowa

POROWATE SPIEKI ŻELAZA  
OTRZYMYWANIE. WŁASNOŚCI.  
ZASTOSOWANIE

42 1986

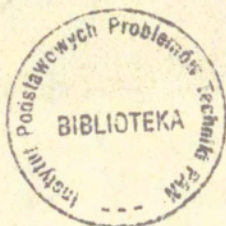
P. 269



WARSZAWA 1986

ISSN 0208-5658

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 11 lipca 1986 r.



56847

Opracowanie wykonał zespół Pracowni  
Mechaniki Ośrodków Porowatych ZA IPPT  
PAN pod redakcją J.Kubika



N a p r a w a c h r ę k o p i s u

---

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

Nakład 190 egz. Ark.wyd. 6,5 Ark.druk. 9,25

Oddano do drukarni w grudniu 1986 r.

Nr zamówienia 31/87.

---

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa,

ul. Śniadeckich 8  
<http://rcin.org.pl>

## WSTĘP

W latach 1981-1985 Pracownia Mechaniki Ośrodków Porowatych ZA IPPT podjęła badania nad mechanikę porowatych metali spiekanych. Tematyka ta, zapoczątkowana została w ramach problemu węzłowego PW-05.12 "Wytrzymałość i optymalizacja konstrukcji maszynowych i budowlanych" oraz problemu międzyresortowego MR-I-23 "Mechanika ciał stałych, cieczy i gazów" koordynowanych przez IPPT PAN. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie jednostek badawczo-wdrożeniowych przemysłu elektromaszynowego oraz maszyn rolniczych dotychczasowym stanem wiedzy, jak też bieżącymi wynikami badań własności zarówno technologicznych jak i mechanicznych takich materiałów. Aktualne potrzeby oraz narastające znaczenie opracowań podstawowych w tej dziedzinie spowodowały szersze zaangażowanie się zespołu Pracowni na rzecz badań strukturalnych, mikroanalizy i określenia makrowłasności mechanicznych i termicznych porowatych spieków.

Prace o znaczeniu podstawowym realizowano głównie w ramach problemu MR-I-23 i w większości są ogłoszone drukiem w dostępnej literaturze krajowej bądź zagranicznej, natomiast prace o znaczeniu bardziej stosowanym wykonane w latach 1984-1985 w formie naukowych ekspertyz w ramach problemu PW-09.6 "Przygotowanie i uruchomienie produkcji maszyn i urządzeń technicznych dla kompleksowej mechanizacji preferowanych technologii w rolnictwie i przechowalnictwie płodów rolnych", koordynowanego przez Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu. Prace tej drugiej grupy stanowią podstawę niniejszego opracowania, które jest pewnym syntetycznym ujęciem podstawowych zagadnień dotyczących porowatych spieków metali. Obejmują one zarówno charakterystykę stosunkowo nowej technologii wytworzenia konstrukcyjnych części spiekanych, analizę osiągniętych własności mechanicznych oraz możliwości ich dalszej poprawy.

Treść opracowania przygotował zespół Pracowni Mechaniki  
Ośrodków Porowatych w składzie:

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Mieczysław Cieszek | (rozdz. 2, 3, 6) |
| Walenty Dudziak    | (rozdz. 1, 3, 5) |
| Mariusz Kaczmarek  | (rozdz. 2, 3, 6) |
| Marek Kosmatka     | (rozdz. 1, 5)    |
| Stefan Kowalski    | (rozdz. 3, 5)    |
| Józef Kubik        | (rozdz. 1, 4, 6) |
| Roman Kuc          | (rozdz. 3, 5)    |
| Janusz Mielniczuk  | (rozdz. 2, 4, 6) |
| Andrzej Rybicki    | (rozdz. 4)       |

przy konsultacji naukowej

Włodzimierza Derskiego i

Zbigniewa Wesołowskiego.

Opracowanie składa się z sześciu rozdziałów.

Rozdział pierwszy zawiera wprowadzające wiadomości o spiekach metali. Przedstawiono podstawowe etapy wytwarzania spieków, zalety i wady techniki spiekania oraz możliwości zastosowania porowatych spieków w różnych gałęziach przemysłu.

W rozdziale drugim podano charakterystykę własności geometrycznych, technologicznych i fizykochemicznych proszków metali. Ponadto podano porównanie podstawowych własności krajowych i zagranicznych proszków żelaza.

Rozdział trzeci poświęcony jest omówieniu technologii wytwarzania porowatych spieków. Scharakteryzowano etapy formowania z uwzględnieniem mikro i makroefektów oraz etap spiekania i towarzyszące mu termomechaniczne zjawiska. Następnie omówiono możliwości i efekty stosowania uzupełniającej obróbki spieków.

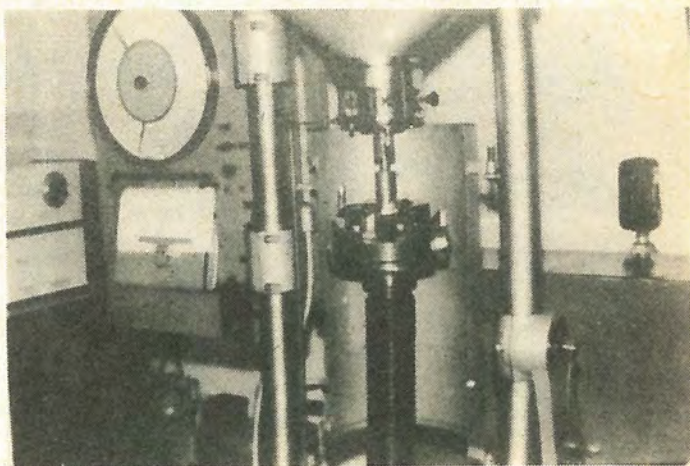
W rozdziale czwartym podano geometryczną charakterystykę wewnętrznej struktury materiału porowatego oraz podstawowe związki opisujące zagadnienia filtracji cieczy i gazów w materiałach porowatych. Omówiono proste modele przepływów, stosowane prawa przepływu oraz odpowiednie ograniczenia.

Podstawowe czynniki decydujące o własnościach mechanicznych porowatych spieków przeanalizowano w rozdziale piątym.

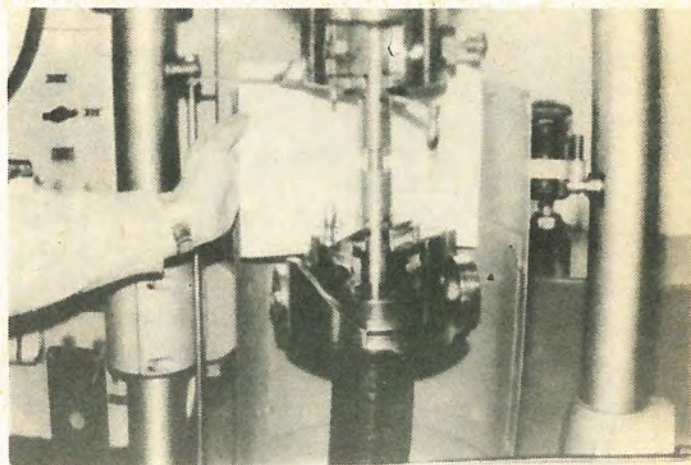
Wzięto przy tym pod uwagę: jakość proszków, warunki technologiczne wytwarzania spieków, dodatki stopowe, różne rodzaje obróbki cieplno-chemicznej oraz ulepszającą obróbkę mechaniczną.

W rozdziale szóstym omówiono cel i zakres badań wytrzymałościowych spieków oraz oszacowano przydatność spieków wykonanych z krajowego proszku żelaza w porównaniu ze spiekami z proszku importowanego. Szczegółowo przedstawiono sposób przygotowania próbek, przebieg prób oraz wyniki i ich interpretację. Zawarto ponadto uwagi dotyczące badań własności plastycznych spieków.

Zarysowana wyżej tematyka jest przedmiotem dalszych badań w Pracowni, obejmujących zarówno prace teoretyczne o charakterze podstawowym jak też badania doświadczalne.



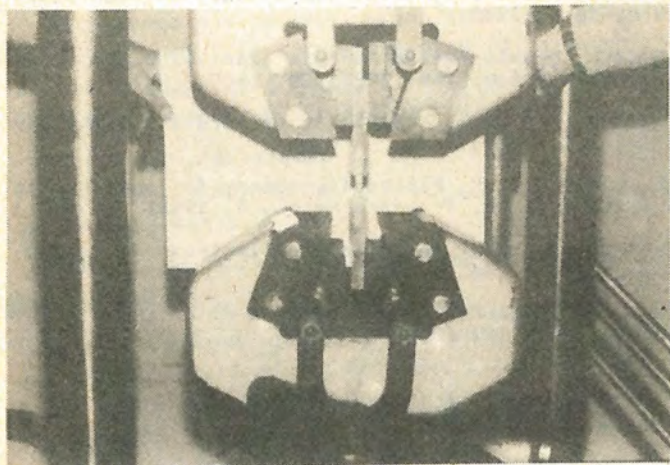
Fot.3a. Stanowisko do próby skręcania.



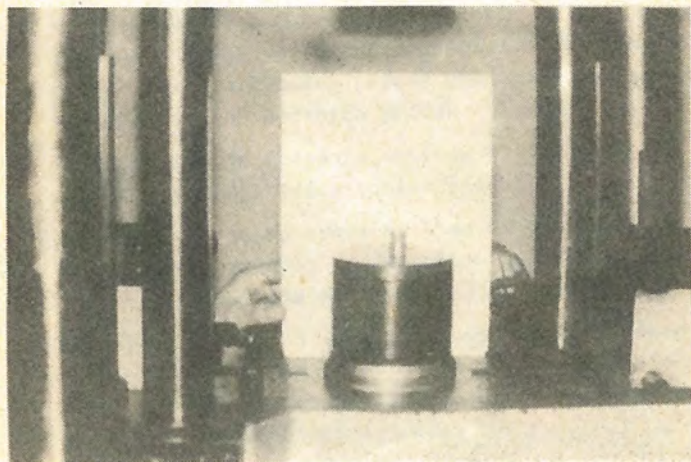
Fot.3b. Stanowisko do próby skręcania - mocowanie próbki.

Dodatek A.

STANOWISKA DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



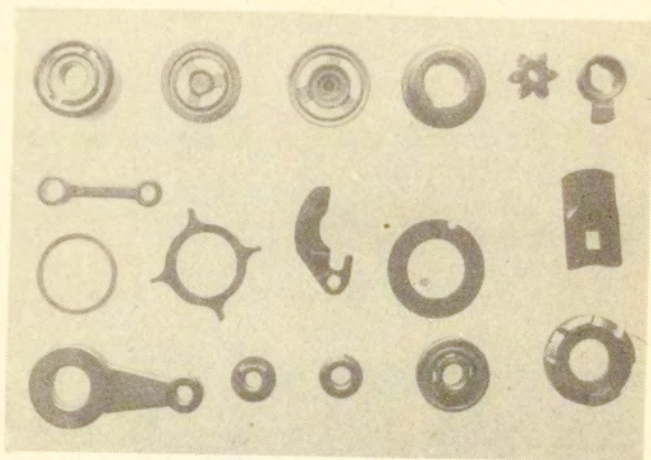
Fot.1. Stanowisko do próby osiowego rozciągania.



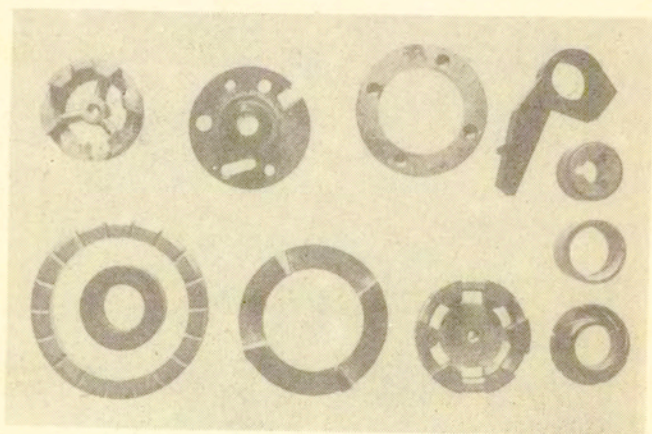
Fot.2. Stanowisko do próby osiowego ściskania.

**Dodatek B.**

**PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA CZĘŚCI SPIEKANYCH  
W BUDOWIE MASZYN.**

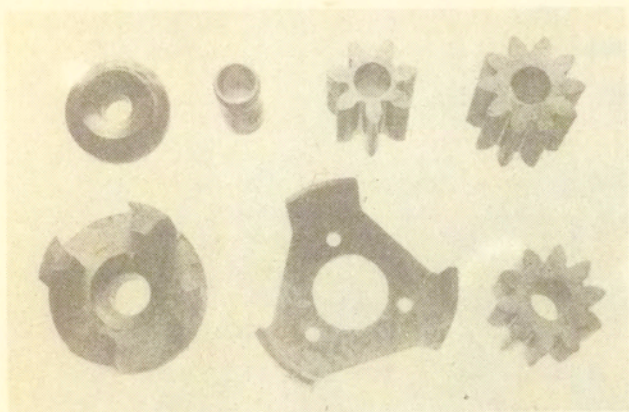


**Fot.1. Wybrane wyroby spiekane produkowane w Fabryce  
w Łosiankach.**



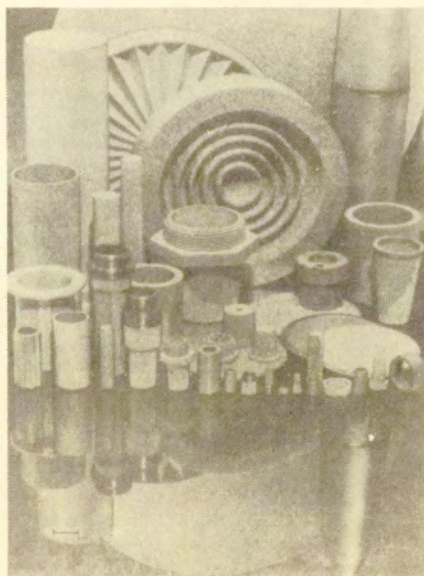
**Fot.2. Wybrane wyroby spiekane produkowane w Fabryce  
w Łosiankach.**

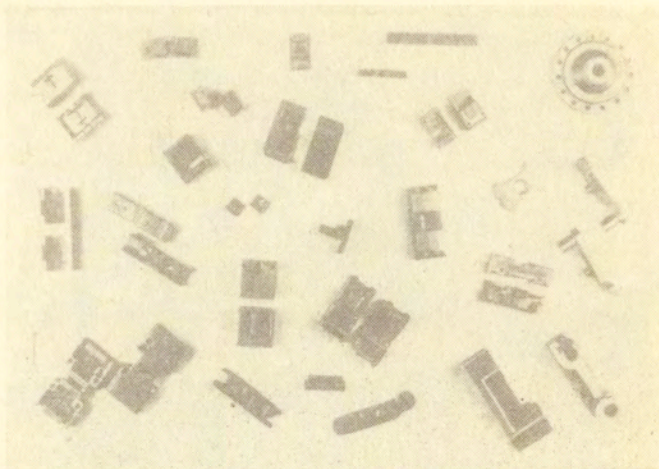




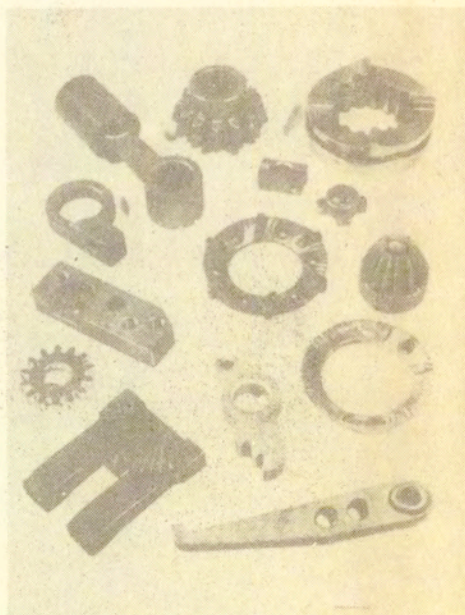
Fot.3. Wybrane wyroby spiekane produkowane w Fabryce w Łomienkach.

Fot.4. Wyroby ze spieków stosowane jako filtry.

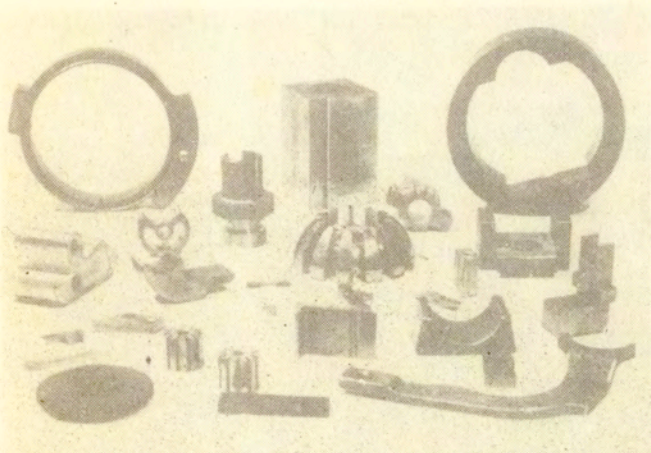




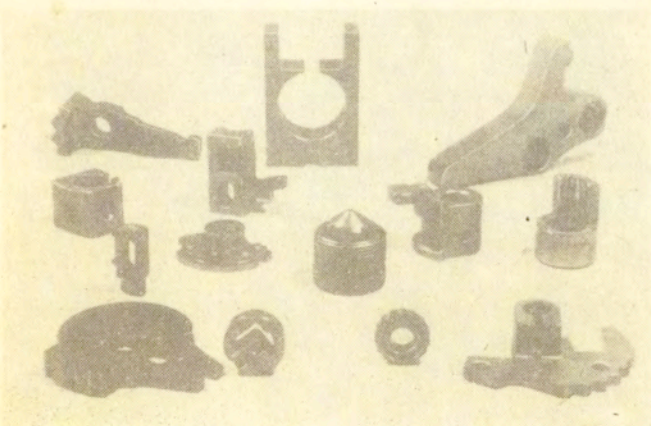
Fot.5. Elementy ze spieków stosowane w telekomunikacji.



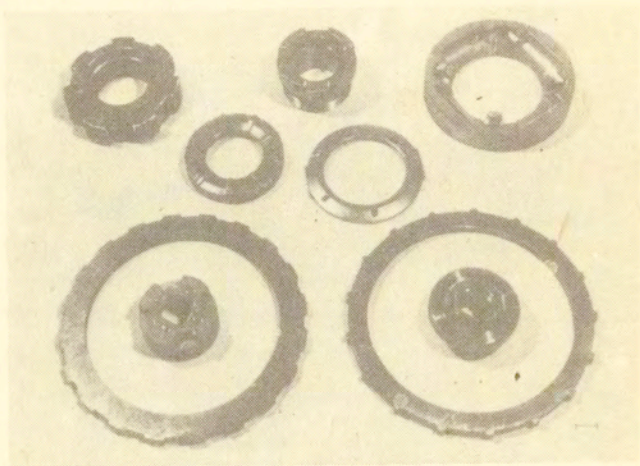
Fot.6. Elementy ze spieków stosowane w gospodarstwie domowym.



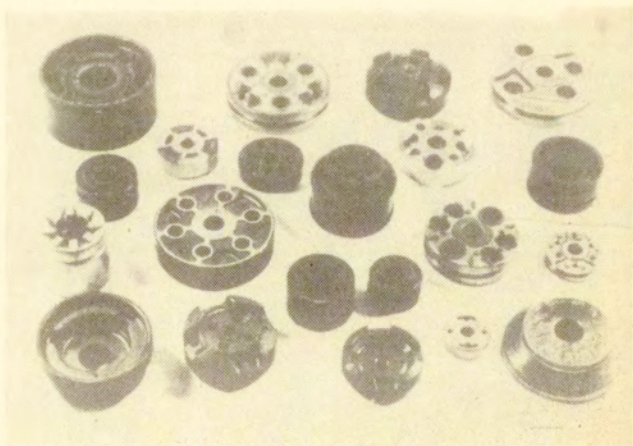
Fot.7. Części dla przemysłu elektromaszynowego.



Fot.8. Części do pojazdów mechanicznych.

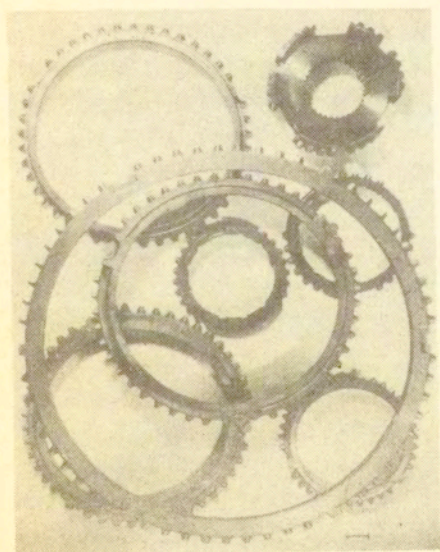
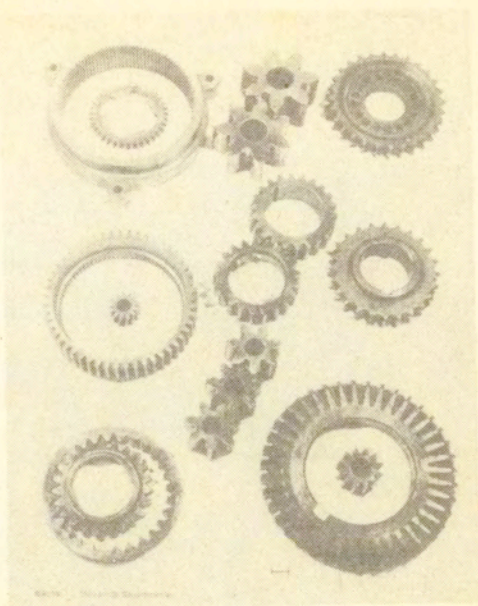


Fot.9. Części spiekane stosowane w pojazdach mechanicznych.

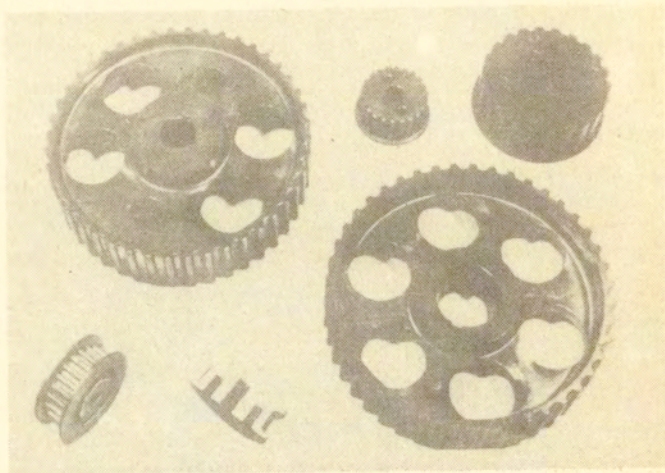


Fot.10. Części spiekane do amortyzatorów.

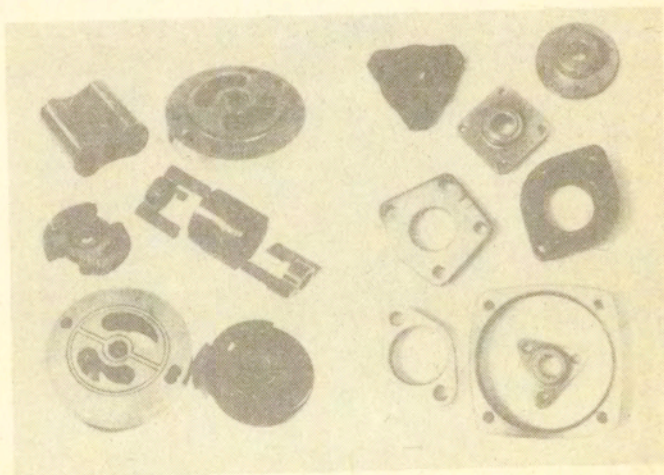
Fot.11. Spiekane koła  
zębato.



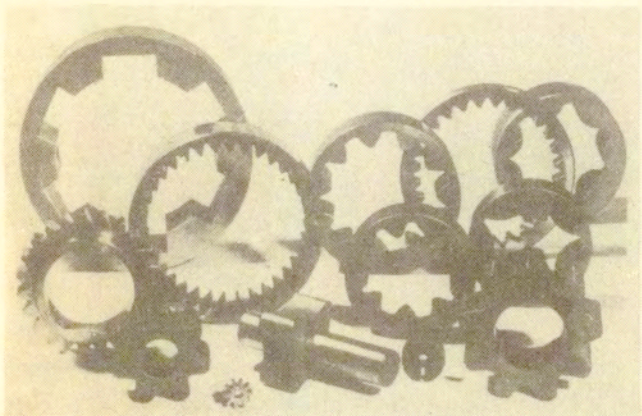
Fot.12. Spiekane pieró-  
cienie i syn-  
chronizatory.



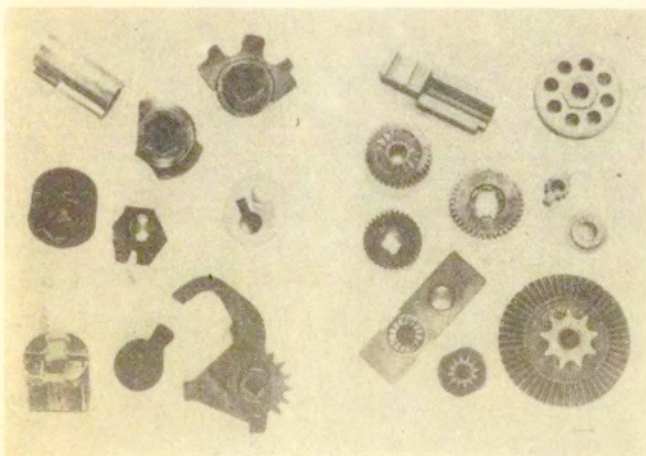
Fot.13. Spiekane koła zębate maszyn dentystycznych.



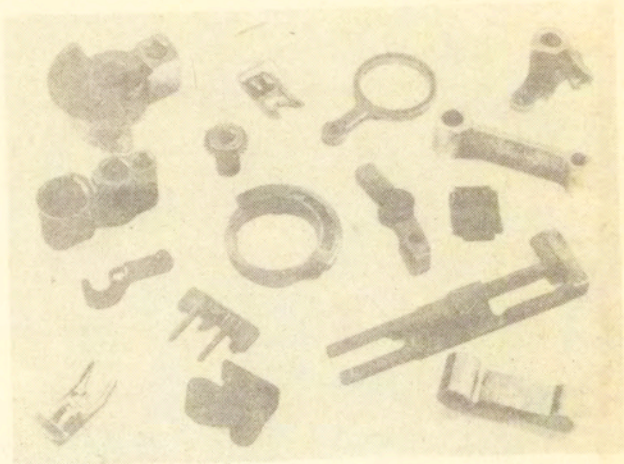
Fot.14. Spiekane części pomp i różnych kołnierzy.



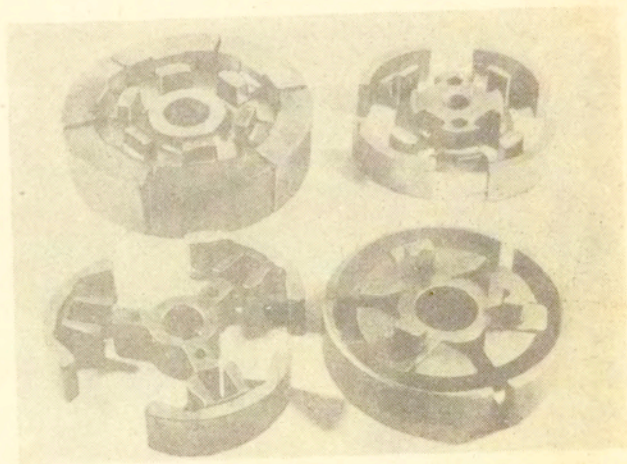
Fot.15. Spiekane pierścienie i koła zębate do pomp.



Fot.16. Spiekane elementy zamków domowych i robotów domowych.



Fot.17. Spiekane części do maszyn do szycia.



Fot.18. Spiekane elementy sprzężel.





**Fot.19. Spiekane elementy wykorzystywane w budowie maszyn.**



**Fot.20. Spiekane elementy wykorzystywane w budowie maszyn.**

## SPIS TREŚCI

|   | strona     |
|---|------------|
| Wstęp .....   | 3          |
| <b>Rozdział 1. Ogólne wiadomości o spiekach metali .....</b>  | <b>6</b>   |
| 1.1. Zastosowanie porowatych spieków .....  | 6          |
| 1.2. Podstawowe etapy wytwarzania spieków .....   | 10         |
| 1.3. Zalety i wady metalurgii proszków .....  | 12         |
| <b>Rozdział 2. Proszki metali i ich własności .....</b>   | <b>17</b>  |
| 2.1. Geometryczna charakterystyka ziaren .....  | 19         |
| 2.2. Własności technologiczne .....   | 21         |
| 2.3. Własności chemiczne .....  | 23         |
| 2.4. Charakterystyka porównawcza podstawowych<br>własności krajowych i zagranicznych prosz-<br>ków żelaza ..... | 24         |
| <b>Rozdział 3. Technologie wytwarzania porowatych spieków ..</b>  | <b>28</b>  |
| 3.1. Formowanie (prasowanie) .....  | 28         |
| 3.2. Spiekanie .....  | 40         |
| 3.3. Obróbka uzupełniająca spieków .....  | 52         |
| <b>Rozdział 4. Opis wewnętrznej porowatej struktury mate-<br/>    riałów spiekanych. Prawa filtracji .....</b>  | <b>59</b>  |
| 4.1. Geometryczna charakterystyka materiału po-<br>rowatego .....   | 59         |
| 4.2. Filtracja cieczy i gazów w materiałach po-<br>rowatych .....   | 65         |
| <b>Rozdział 5. Podstawowe czynniki decydujące o własnościach<br/>    mechanicznych porowatych spieków .....</b> | <b>79</b>  |
| 5.1. Jakość proszków .....  | 80         |
| 5.2. Warunki technologiczne wytwarzania spieków   | 82         |
| 5.3. Dodatki stopowe .....  | 89         |
| 5.4. Obróbka cieplno-chemiczna .....  | 97         |
| 5.5. Ulepszająca obróbka mechaniczna .....  | 101        |
| <b>Rozdział 6. Ocena własności mechanicznych spieków .....</b>  | <b>109</b> |
| 6.1. Zakres badań .....   | 109        |
| 6.2. Przygotowanie próbek .....   | 110        |
| 6.3. Próby wytrzymałościowe .....   | 113        |

|  |     |
|--|-----|
| 6.4. Wyniki badań wytrzymałościowych .....                 | 116 |
| 6.5. Uwagi o badaniu własności plastycznych ....           | 129 |
| 6.6. Wnioski .....   | 132 |
| Dodatek A. Stanowiska do badań wytrzymałościowych .....    | 134 |
| Dodatek B. Zastosowanie części spiekanych w budowie maszyn | 136 |
| Spis treści .....  | 147 |