

# Elastomery, mazy, tmely, ...

## Elastomery

těsnění, spoje, přenos rotace a posuvu do vakua, ventily

- přírodní kaučuk
- syntetický kaučuk - neopren,...
- viton
- silikonové gummy
- teflon

# Viton

FPM - podle DIN-ISO

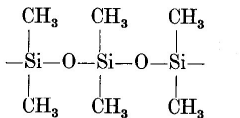
FKM - podle ASTM

Viton - obchodní značka firmy DuPont  
fluorový kaučuk

- dobrá tepelná odolnost
- dobré vakuové vlastnosti

# Silikon

dobré tepelné vlastnosti, větší propustnost pro plyny ve srovnání s Vitonem



# Teflon

tetrafluoretylén, při teplotě kolem  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$  nastává změna vlastností (pokles pevnosti, roztažnost,..), nad  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  se rozkládá

Použití:

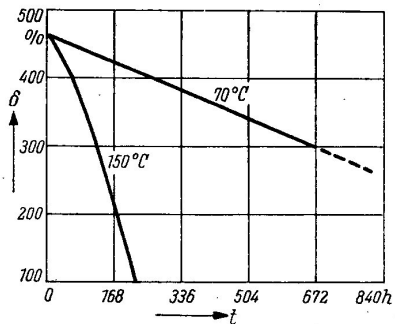
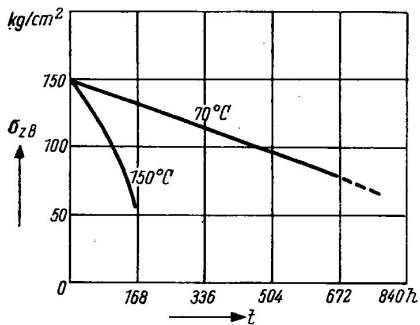
- těsnění
- el. izolator
- konstrukční prvek ve vak. reaktoru

**Hostaflon** - monochlorotriflueretylén

Materiálové vlastnosti teplónu (polytetrafluóretylénu)<sup>1)</sup>

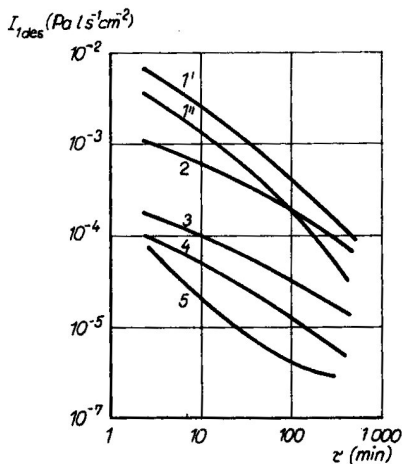
| Vlastnosť                                     |                         | Podľa firmy MERKEL-Werke                    |                                       | Podľa Dielsa       |         |
|---|-------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|---------|
| Štruktúra                                     | do 327 °C               |   | kryštalický; nie termoplastický       |                    |         |
|   | od 327 °C <sup>2)</sup> |   | amorfné galerty                       |                    |         |
|   | od 400 °C               |   | rozkladá sa pomaly na prchavé súčasti |                    |         |
| Merná váha                                    | g/cm <sup>3</sup>       | 2,1–2,3                                     |                                       |                    |         |
| Pracovná oblasť                               | °C                      | –50 až +250                                 |                                       |                    |         |
| Prípustná trvalá teplota pri miernom zatažení | °C                      | 200   |                                       | 200–260            |         |
| Bod krehnutia                                 | °C                      | –150  |                                       |                    |         |
| Prípustná najnižšia teplota                   | °C                      | –   |                                       | –100 až –160       |         |
| Tlak pár                                      | mmHg                    | pozri obr. 16-2                             |                                       |                    |         |
| Durometrová tvrdosť                           | A stupnica              | 50–65                                       |                                       |                    |         |
| Tvrdosť podľa Shoreho                         | A stupnica              | –   |                                       | 92–95              |         |
| Tvrdosť pri vtlaku guľôčky (DIN 7 705)        | kg/cm <sup>2</sup>      | 10 sec : 320                                | 60 sec : 300                          | 60 sec:<br>200–250 |         |
| Pevnosť v tahu                                | kg/cm <sup>2</sup>      | –57 °C                                      | 23 °C                                 | 77 °C              | 20 °C   |
|   |                         | 450–630                                     | 140–380                               | 105–280            | 150–250 |
|   |                         | natiahnutá (orientovaná) fólia (25 °C) 1050 |                                       |                    |         |

| T<br>°C                | $\xi \left[ 10^{-7} \frac{\text{cm}^3 (\text{NTP}) \text{mm}}{\text{cm}^3 \text{sec atm}} \right]$ |     |                |                |                |                 |                 | Autor                 |
|------------------------|--|-----|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|                        | He   | Xe  | H <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |                       |
| <i>Prírodná guma</i>   |  |     |                |                |                |                 |                 |                       |
| 20                     | 18   | 33  | —              | —              | —              | —               | —               | } Norton<br>Weininger |
| 17                     | —  | —   | 28             | 12             | 4              | 72              | 13              |                       |
| 25                     | —  | —   | 39             | 18             | 7              | 102             | 22              |                       |
| 35                     | —  | —   | 59             | 29             | 11             | 145             | 36              |                       |
| 43                     | —  | —   | 77             | 39             | 16             | 185             | 50              |                       |
| 50                     | —  | —   | 97             | 50             | 23             | 220             | 64              |                       |
| <i>Neoprén (typ G)</i> |  |     |                |                |                |                 |                 |                       |
| 20                     | 3,5  | 7,6 | —              | —              | —              | —               | —               | } Norton<br>Weininger |
| 17                     | —  | —   | 7              | 2              | 0,5            | 12              | 1               |                       |
| 25                     | —  | —   | 10             | 3              | 0,9            | 20              | 3               |                       |
| 35                     | —  | —   | 16             | 5              | 1,7            | 31              | 5               |                       |
| 43                     | —  | —   | 23             | 8              | 2,6            | 44              | 7               |                       |
| 50                     | —  | —   | 29             | 10             | 3,6            | 57              | 10              |                       |



Obr. 16-5. Starnutie prírodnej gumi: pevnosť v ťahu  $\sigma_{zB}$  a ťažnosť  $\delta$  (merané pri teplote miestnosti) v závislosti od doby státia  $t$  pri  $70^{\circ}\text{C}$ , resp. pri  $150^{\circ}\text{C}$  (Ehlers).

W. Espe: Technológia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



Obr. 6.7. Závislost měrné desorpce  $I_{1des}$  z povrchu některých elastomerů při 298 K na čase (podle R. Gellera, 1958)  
 1 – syntetická pryž (1' ploché těsnění; 1'' kruhové těsnění);  
 2 – perbunan; 3 – araldit, polyuretan;  
 4 – teflon; 5 – hostafion

J. Groszkowski: Technika vysokého vakua, SNTL, Praha 1981

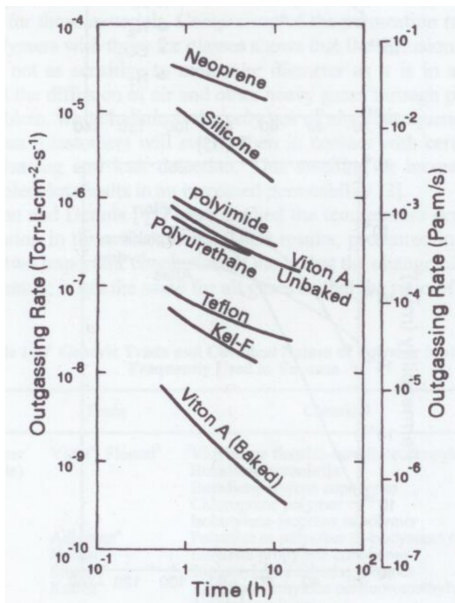


Tab. 6.5. Charakteristiky těsnění z elastomerů (orientační údaje)

| Látka             | Natékání těsněním<br>o délce 1 cm při 298 K<br>a 100 kPa po 1 h<br>(Pa l s <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> ) | Uvolňování po setrvání<br>ve vakuu po dobu 24 h<br>a při 298 K<br>(Pa l s <sup>-1</sup> cm <sup>-2</sup> ) | Dosažený mezní tlak<br>v čerpaném systému<br>(Pa) |
|-------------------|---|--|---|
| silikonový kaučuk | $4 \cdot 10^{-5}$   | $5 \cdot 10^{-7}$  | $3 \cdot 10^{-5}$                                 |
| polyuretan        | $1 \cdot 10^{-6}$   | —  | —   |
| Viton A           | $(1-2) \cdot 10^{-6}$   | $2 \cdot 10^{-6}$  | $1 \cdot 10^{-7}$                                 |
| butylkaučuk       | $(1-2) \cdot 10^{-7}$   | $1 \cdot 10^{-6}$  | $1 \cdot 10^{-7}$                                 |
| Neoprenne         | —   | $5 \cdot 10^{-6}$  | $2 \cdot 10^{-7}$                                 |
| Teflon            | —   | $3 \cdot 10^{-6}$  | $4 \cdot 10^{-7}$                                 |
| nitrylkaučuk      | $(1-2) \cdot 10^{-7}$   |  |   |
| KEL-F             | $1 \cdot 10^{-6}$   |  |   |
| Chloropren        | $1 \cdot 10^{-7}$   |  |   |
| Buna-N            | —   | —  | $4 \cdot 10^{-7}$                                 |
| kaučuk            | $4 \cdot 10^{-6}$   | $2 \cdot 10^{-6}$  | $7 \cdot 10^{-7}$                                 |

Poznámka: Povlak mazu na těsnění zmenšuje natékání plynu; zvýšení teploty z 300 na 425 K zvětšuje natékání o dva řády.

J. Groszkowski: Technika vysokého vakua, SNTL, Praha 1981



F.OHanlon: A Users Guide to Vacuum Technology, Wiley (2003)

# Běžné elastomery

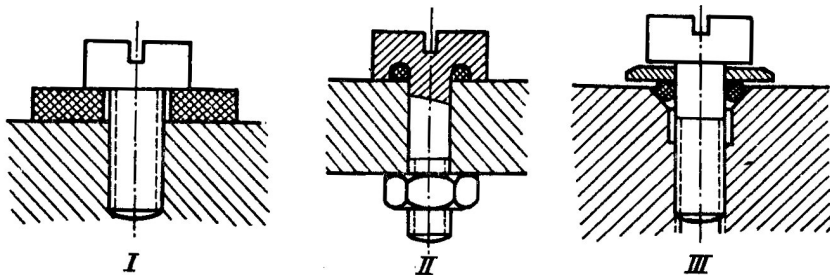
| těsnění | min. tep [ °C] | max. tep. [ °C] |
|---------|----------------|-----------------|
| FKM     | -15            | 150             |
| NBR     | -25            | 120             |
| CR      | -5             | 120             |
| EPDM    | -50            | 130             |
| silikon | -55            | 200             |

## Appendix F.1 Compatibility of Elastomers and Pump Fluids

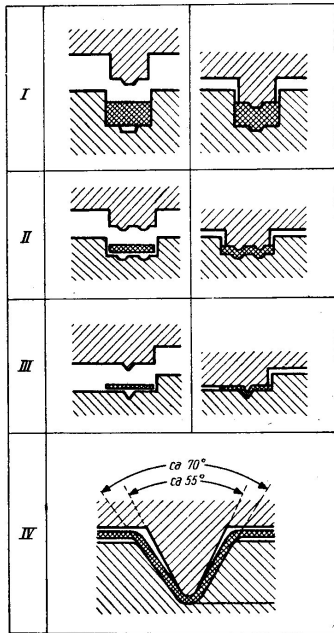
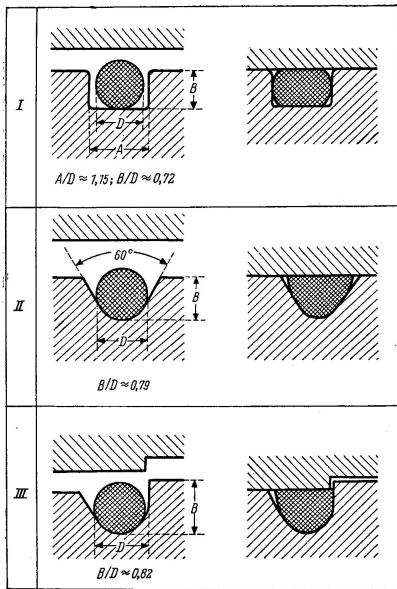
| Elastomer | Mineral Oil | Ester              | Halo-carbon | Fluoro-carbon      | Poly-siloxane |
|-----------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------|
| Butyl     | No          | <100°C             | No data     | <90°C              | No            |
| Buna-N    | <100°C      | No                 | <100°C      | <90°C              | No            |
| Buna-S    | No          | No                 | No          | No                 | No            |
| Neoprene  | <120°C      | No                 | <120°C      | <90°C              | No            |
| EPR       | Yes         | <70°C <sup>a</sup> | Yes         | <70°C <sup>a</sup> | No            |
| Silicone  | Yes         | <175°C             | No          | <150°C             | No            |
| Viton     | Yes         | <145°C             | Yes         | <200°C             | Yes           |
| Teflon    | Yes         | <175°C             | Yes         | <200°C             | Yes           |
| Kalrez    | Yes         | <175°C             | Yes         | Yes                | Yes           |

<sup>a</sup> No data available for  $T > 70^\circ\text{C}$ .

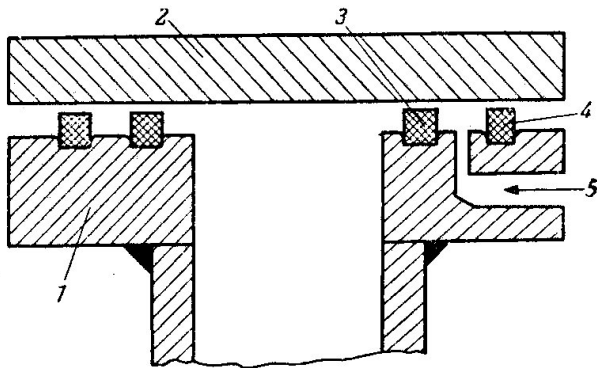
# Spoje



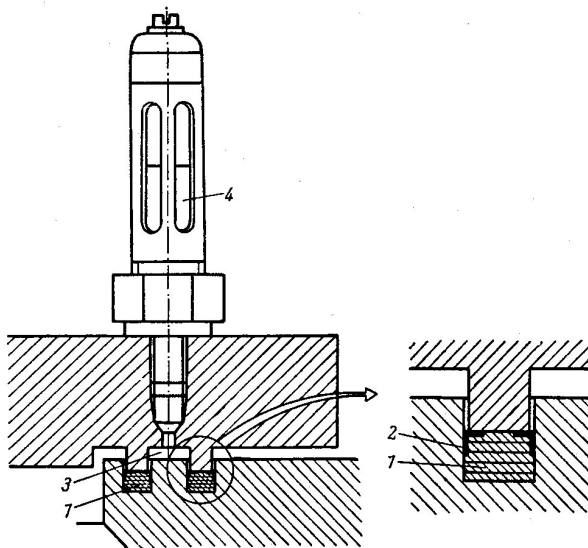
W. Espe: *Technologie hmot vákuovej techniky*, SAV, Bratislava 1960



W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960

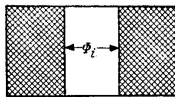
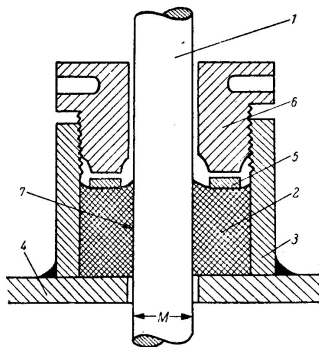
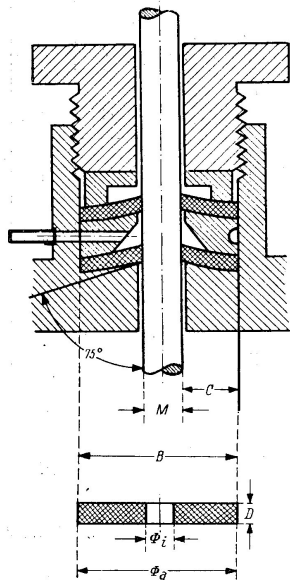


W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



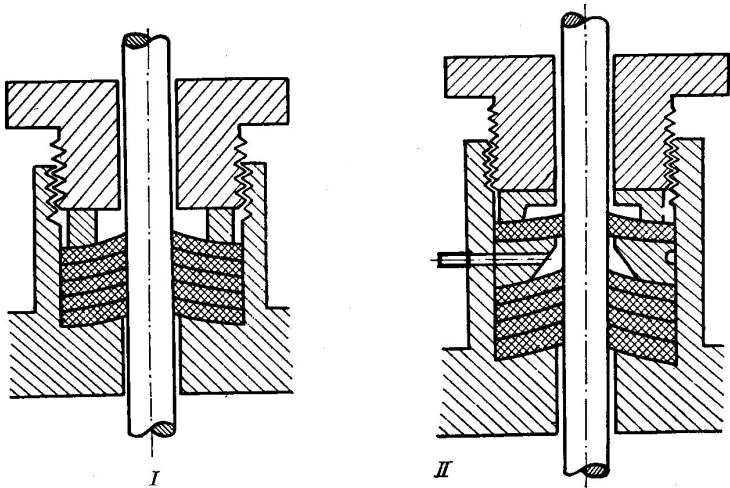
W. Espe: Technológia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



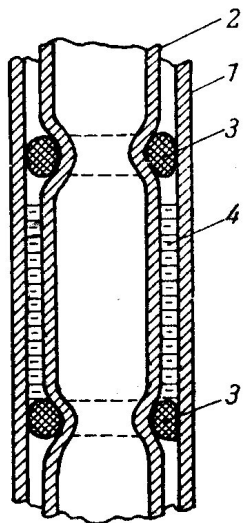


$$\Phi_i / M \approx 0,65 - 0,80$$

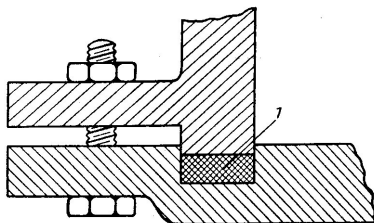
W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



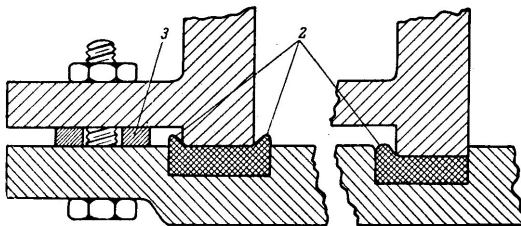
W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



I

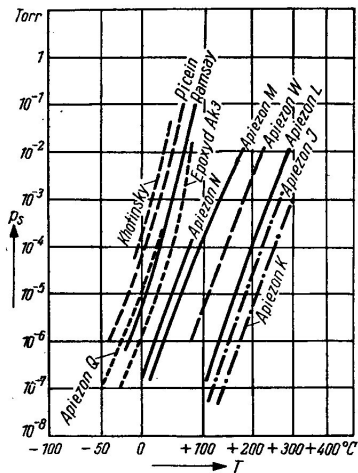


II

III

W. Espe: Technológia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960

# Mazy a vosky



Obr. 17-1. Tenzia nasýtenej pary  $p_s$  v závislosti od teploty  $T$  odplynených vákuových olejov, mazov a tmelov.

Tab. 6.3. Orientační charakteristiky mazů, vosků, tmelů a laků

| Druh materiálu                        | Užití  | Teplota (°C)      |                       | Tlak par <sup>1)</sup> |
|---------------------------------------|--|-------------------|-----------------------|------------------------|
|                                       |  | tání<br>(měknutí) | maximální<br>pracovní | při 25 °C<br>(Pa)      |
| <u>Mazy</u>                           |  |                   |                       |                        |
| apiezonové                            |  |                   |                       |                        |
| L                                     | zábrysy }<br>zábrysy }<br>kohouty }<br>zábrysy při vyšší teplotě |                   | 30                    | $10^{-5} - 10^{-7}$    |
| M                                     |  | 40–50             | 30                    | $10^{-3} - 10^{-5}$    |
| N                                     |  |                   | 30                    | $10^{-4} - 10^{-5}$    |
| T                                     |  |                   | 110                   | $10^{-5}$              |
| celvacen, Distill. Products           | kohouty, zábrysy při vyšší teplotě                               |                   |                       | $10^{-4}$              |
| Ramsayův maz                          | zábrysy, kohouty   | 35–45             | 25                    | $10^{-2}$              |
| silikonové mazy                       | zábrysy,<br>málo používané kohouty                               | 40–50             | -40 – +200            | $10^{-4} - 10^{-7}$    |
| <u>Vosky</u>                          |  |                   |                       |                        |
| apiezonové                            | nedostatečně zabroušené plochy                                   |                   |                       |                        |
| měkké Q                               | různé spoje }<br>spoje vystavené otřesům }<br>tuhé spoje }       | 60                | 30                    | $10^{-2}$              |
| střední W 40, W 100                   |  | 40–80             | 30–40                 | $10^{-5}$              |
| tvrdé W                               |  | 100               | 80                    | $10^{-6}$              |
| vosky picieonové                      | nedostatečně zabroušené spoje                                    | (80)<br>(120)     | 40–60                 | $10^{-2} - 10^{-3}$    |
| <u>Tmely a laky</u>                   |  |                   |                       |                        |
| araldit                               | spoje a těsnění  |                   |                       | $10^{-2} - 10^{-3}$    |
| glyptal                               | těsnění  |                   |                       | $10^{-3}$              |
| chlorid stříbrný                      | spoje a těsnění pro vyšší teploty                                | 460               | 300                   | $< 10^{-6}$            |
| chlorid stříbrný<br>s chloridem talia | spoje a těsnění  | 200–300           | 150                   | $< 10^{-5}$            |
| Khotinského cement                    | spoje při vyšších teplotách                                      | 50–70             | 50                    | 1                      |
| glyptalový lak                        | utěsnění poréznicích povrchů                                     |                   | 100                   | $10^{-1} - 10^{-2}$    |

<sup>1)</sup> Do značné míry závisí na druhu materiálu, odplynění, době ve vakuu atd.

Vlastnosti tesniacích tmelov, voskov, lakov a živíc, najpoužívanějších vo vákuovej technike<sup>5)</sup>

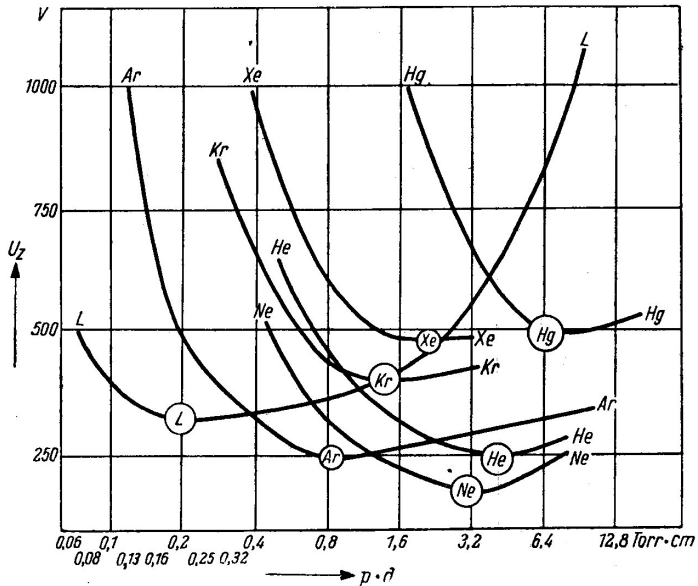
| Pol.   | Označenie                            | Dodávateľ <sup>1)</sup> | Tlak pár         |                      |  | Teplota máknutia °C | Maximálna prevádzková teplota °C | Použitie  |
|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------|----------------------|--|---------------------|----------------------------------|---|
|  |                                      |                         | -25°C mm Hg      | +25°C mm Hg          | pri vyšších teplotách mm Hg                        |                     |                                  |   |
| <i>A. Reverzibilne tuhniece tavené tmely</i> |                                      |                         |                  |                      |  |                     |                                  |   |
| 1  | Včelí vosk                           |                         |                  |                      |  | 62—66               |                                  | na tesnenie nepriliehajúcich miest a trhlín                     |
| 2  | Lepiaci vosk                         |                         |                  |                      |  | pri 20°C plastický  |                                  |   |
| 3  | Piceín                               | I, V                    | 10 <sup>-5</sup> | 8 · 10 <sup>-4</sup> | obr. 16-15 B<br>obr. 17-1                          | 80                  | 60                               | pre nezábrusové spoje   |
| 4  | Cement de Khotinského                |                         |                  | 7 · 10 <sup>-3</sup> | obr. 17-1  | 50—70               | 40—50                            | pre spoje s teplotami <50 °C                                    |
| 5  | Pečatný vosk                         |                         | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-3</sup>     | 38 °C: 10 <sup>-2</sup><br>56 °C: 10 <sup>-1</sup> | 100                 | 80                               | pre nezábrusové spoje   |
| 5a   | Leyboldov vosk V (mäkký)             | I                       |                  | ≈10 <sup>-4</sup>    |  |                     | 30                               |   |
| 6  | Apiezónový vosk Q (mäkký)            | II                      |                  | ≈10 <sup>-4</sup>    | obr. 17-1  | 60                  | 30                               |   |
| 7  | Apiezónový vosk W 40, stredne mäkký  | II                      |                  | <10 <sup>-7</sup>    | 180 °C: 10 <sup>-3</sup>                           | 40—50               | 30                               | pre spoje, ktoré sú vystavené vibráciám                         |
| 8  | Apiezónový vosk W 100, stredne tvrdý | II                      |                  | <10 <sup>-7</sup>    | 180 °C: 10 <sup>-3</sup>                           | 80                  | 50                               | pre spoje, ktoré sú vystavené vibráciám, ale vyššia tavitelnosť |
| 9  | Apiezónový vosk W, tvrdý             | II                      |                  | <10 <sup>-7</sup>    | obr. 17-1  | 100                 | 80                               | pre trvalé spoje a bežné vysokovákuové účely <sup>2)</sup>      |

W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960

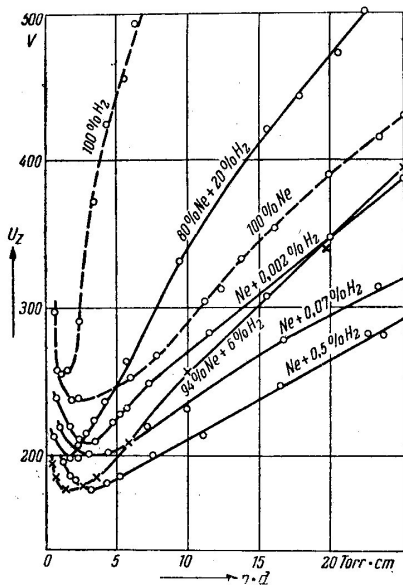
# Další materiály:

- luminofory
- plyny pro výbojky
- oleje pro vývěvy
- ...



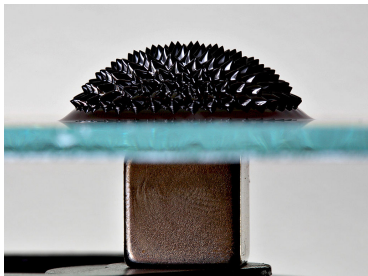


W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960



W. Espe: Technologia hmot vákuovej techniky, SAV, Bratislava 1960

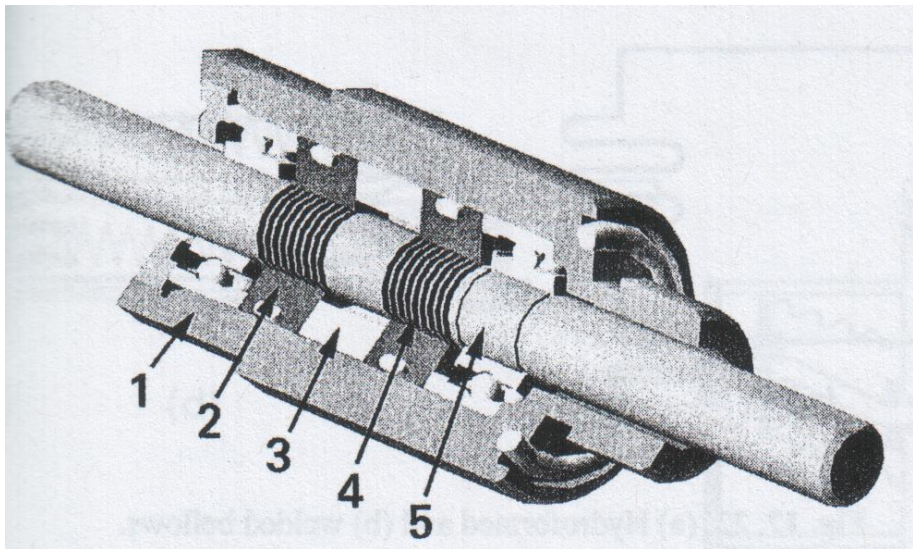
# Ferro-kapaliny



[en.wikipedia.org/wiki/Ferrofluid](https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrofluid)



[www.ferrotec.com](http://www.ferrotec.com)



F.OHanlon: A Users Guide to Vacuum Technology, Wiley (2003)

# Opracování povrchů

- odmašťování
- čištění
- leštění
- broušení
- moření
- pískování

Nevhodné jsou nátěry, laky,...