

# SMAROWANIE PROWADNIC ŚLIZGOWYCH



## 10.1 Połączenia prowadnicowe

Połączenia prowadnicowe, zwane również zespołami prowadnicowymi, są to części maszyn umożliwiające wzajemny ruch w określonym kierunku zespołów lub części maszyn, lub ich utrzymanie w stałym położeniu. Podstawowymi elementami połączenia prowadnicowego jest prowadnica, nadająca kierunek ruchu i poruszający się po niej prowadnik. Połączenia prowadnicowe znajdują szerokie zastosowanie w maszynach, środkach transportu, broni, urządzeniach pomiarowych i wielu innych urządzeniach technicznych. W większości przypadków połączenia prowadnicowe wymagają smarowania, w celu zmniejszenia oporów tarcia między prowadnicą i prowadnikiem oraz zapewnienia płynności ruchu.

Wyróżnia się połączenia prowadnicowe: spoczynkowe i ruchowe. Wśród połączeń prowadnicowych spoczynkowych wyróżnia się:

- połączenia stałe, gdy prowadnik nie zmienia położenia względem prowadnicy w czasie użytkowania zespołu,
- połączenia przestawne, gdy prowadnik może być przemieszczany podczas przerw w pracy maszyny.

Wśród połączeń prowadnicowych ruchowych, w których prowadnik porusza się podczas pracy maszyny, wyróżnia się połączenia:

- ślizgowe (prowadnice ślizgowe),
- toczne, w których prowadnik porusza się względem prowadnicy po elementach tocznych.

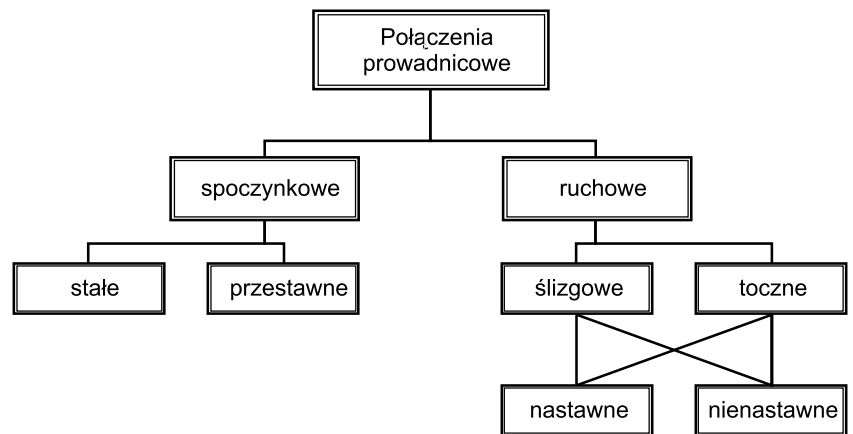
Ponadto, ze względu na możliwości regulacji wyróżnia się urządzenia prowadnicowe nastawne i nienastawne.

Podstawowy podział połączeń prowadnicowych przedstawia rys. 10.1.

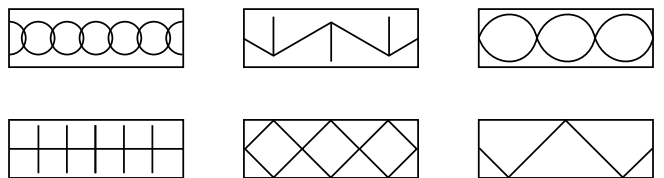
W celu zmniejszenia tarcia między prowadnicą i prowadnikiem oraz zmniejszenia zużycia torów prowadzących, prowadnice są smarowane smarami plastycznymi lub olejami smarnymi. Doprowadzenie środka smarnego najczęściej jest realizowane poprzez różnego kształtu rowki smarownicze (rys. 10.2), znajdujące się w prowadniku lub prowadnicy.

Szczególnym rodzajem połączeń prowadnicowych są prowadnice ślizgowe. Są to wyróżnione mechanizmy (części konstrukcyjne maszyn) umożliwiające ciągły, względny ruch innej części maszyny (prowadnika). Prowadnica ślizgowa ma na celu zapewnienie prowadnikowi określonego położenia lub wymaganych zmian jego położenia, w przestrzeni roboczej maszyny. Prowadnikami są wodziki, suwaki, kamienie ślizgowe i inne. Prowadnica i pro-

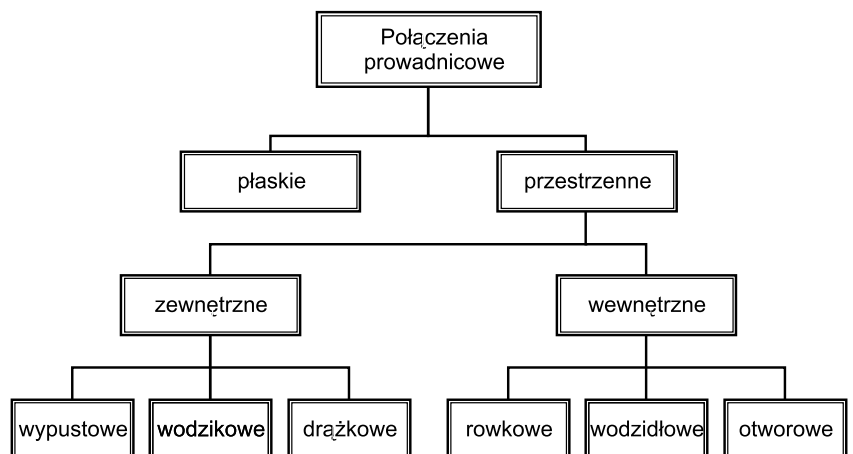
wadnik tworzą zespół zwany połączeniem prowadnicowym. W połączeniu tym prowadnica jest najczęściej elementem nieruchomym, służącym do prowadzenia prowadnika po określonym torze lub utrzymania go w określonym położeniu. Powierzchnie prowadnicy i prowadnika, są odpowiednio zwane torem prowadzącym prowadnicy i torem prowadnika. Zazwyczaj tor prowadzący prowadnicy jest dłuższy od toru prowadnika, zwłaszcza gdy prowadnik porusza się



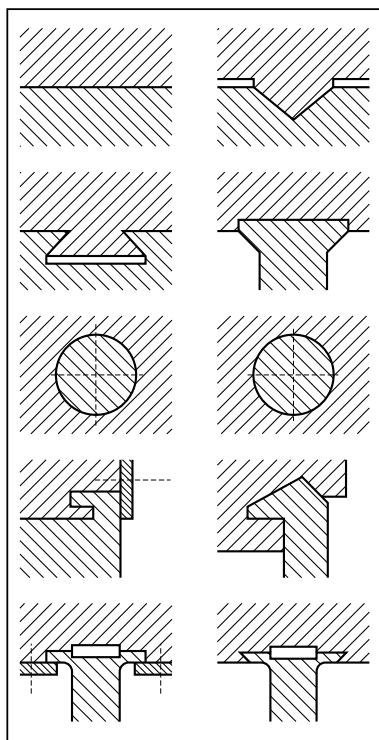
10.1 Podstawowy podział połączeń prowadnicowych



10.2 Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych rowków smarowniczych połączeń prowadnicowych



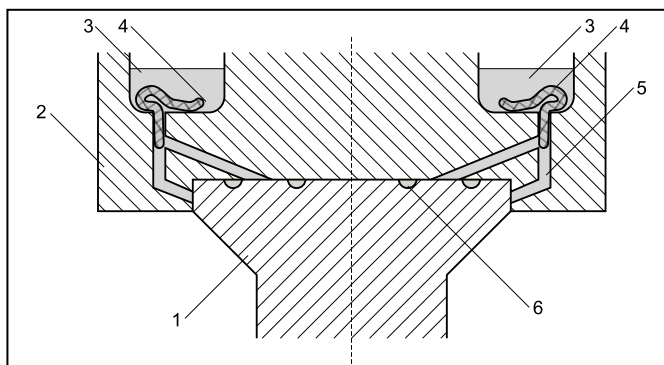
10.3 Podstawowy podział prowadnic ślizgowych



po przewodnicy. W szczególnych przypadkach połączenie przewodnicowe może się składać z dwóch przewodnic ruchowych o jednakowej długości, wzajemnie się prowadzących.

W zależności od wzdłużnego kształtu toru rozróżnia się: przewodnice prostoliniowe i kołowe (obrotowe), a w zależności od poprzecznego zarysu toru: płaskie i przestrzenne. Przewodnice przestrzenne są dzielone na zewnętrzne, obejmujące przewodnik i wewnętrzne, obejmowane przez przewodnik.

10.4 Przykłady kształtów przewodnic ślizgowych



10.5 Przykład rozwiązania układu smarowania (typu knotowego) przewodnicy ślizgowej

1 – przewodnica, 2 – przewodnik, 3 – olej, 4 – knot, 5 – kanałki w przewodniku, 6 – rowki smarownicze w przewodnicy

Ponadto w przewodnicach wewnętrznych, w zależności od kształtu połączenia przewodnicy i przewodnika, wyróżnia się przewodnice: rowkowe, wodzidłowe i otworowe, a w przewodnicach wewnętrznych: wypustkowe, wodzikowe oraz drążkowe.

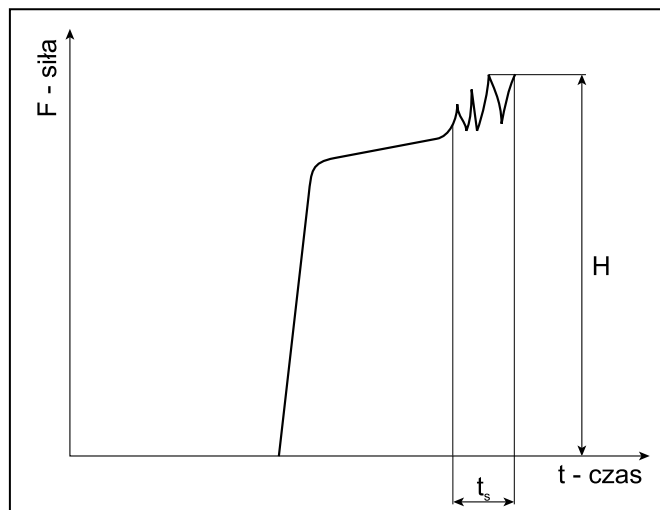
Podstawowy podział przewodnic ślizgowych przedstawia rys. 10.3, natomiast przykłady kształtów przewodnic ślizgowych, przedstawia rys. 10.4.

Niektóre przewodnice ślizgowe mają pokrycia współpracujących powierzchni wykonane z tworzyw sztucznych. W takim przypadku jest wymagane smarowanie specjalnie do tego celu dostosowanymi olejami.

Przykład rozwiązania konstrukcyjnego knotowego układu smarowania przewodnicy ślizgowej, przedstawia rys. 10.5.

## 10.2 Środki smarne do przewodnic ślizgowych

Olejom do smarowania przewodnic ślizgowych są stawiane specjalne wymagania. W urządzeniach tych może mieć miejsce zjawisko, polegające na drga-



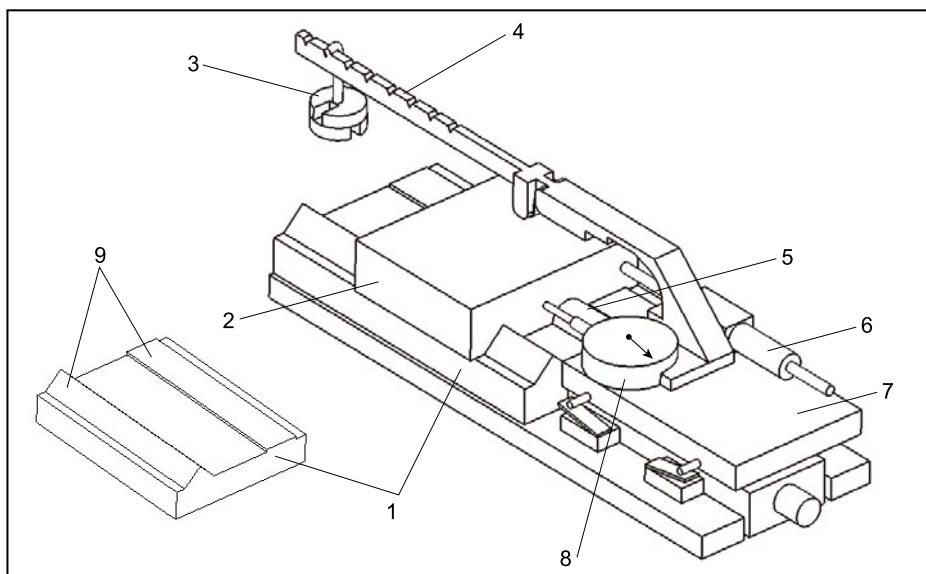
10.6 Przebieg zmian zjawiska „stick-slip”

$F$  – nacisk,  $H$  – wysokość pierwszego piku, [mm],  $t$  – czas trwania zjawiska „stick-slip”, [sekundy]

niach występujących podczas powolnego przesuwania się dwóch gładkich, przywierających do siebie powierzchni, np. podczas przesuwania przewodnika po przewodnicy. Im większy nacisk, tym intensywniejsze szczypanie ślizgających się po sobie powierzchni. Zjawisko to określane jest z angielska jako „stick-slip”. Co bezpośrednio można przetłumaczyć jako: „zlepienie-poślizg”, w terminologii polskiej są to drgania cierne. Nierównomierność przesuwu przewodnika po przewodnicy, może mieć niekorzystne skutki dla gładkości i precyzji obrabianych powierzchni.

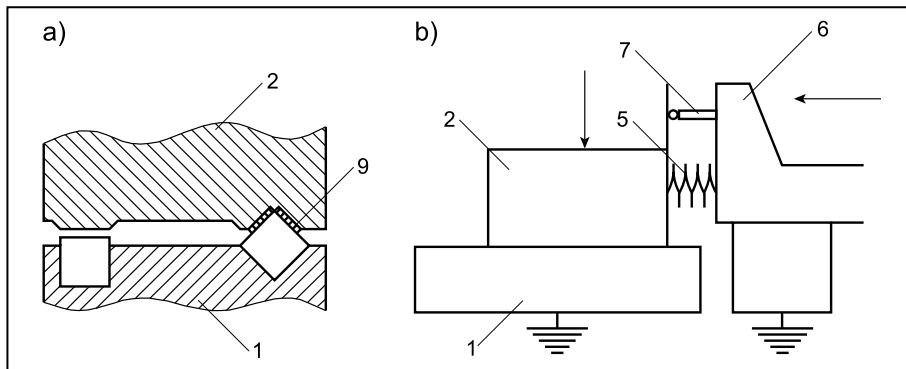
Mechanizm zjawiska „stick-slip” nie jest jednoznacznie wyjaśniony. Prawdopodobnie polega on na oddziaływaniu sił van der Waalsa<sup>1</sup>. Zjawisko „stick-slip” może również być powodowane wydzielaniem się z oleju lub innej substancji, mającej kontakt z współpracującymi powierzchniami, np. lepkich, żywcowatych substancji, przeciwdziałających płynnemu (na ogół powolnemu), wzajemnemu przemieszczaniu się współpracujących powierzchni, a niekiedy wręcz ich zlepianiu. Zjawisko „stick-slip” występuje również w innych przypadkach smarowania skojarzyń trących, np. w analogowych mechanicznych układach przetwarzania danych.

Przeciwdziałanie zjawisku „stick-slip” wymaga stosowania olejów zawierających specjalne dodatki (dodatki anty stick-slip). Są to substancje polarne, silnie przywierające do cząsteczek i atomów znajdujących się na powierzchni. Skutki zjawiska „stick-slip” obra-

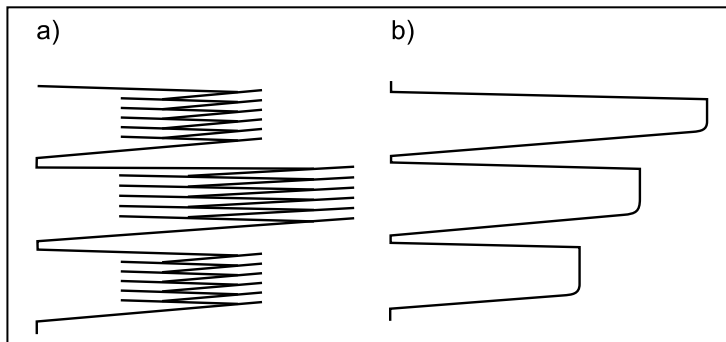


10.7 Ogólny widok staticinimetru – przyrządu do badania olejów pod kątem zapobiegania zjawisku „stick-slip”

1 – przewodnica testowa, 2 – przewodnik testowy, 3 – obciążnik, 4 – ramię dźwigni, 5 – złącze kompensacyjne, 6 – jednostka wzbudząca, 7 – przetwornik elektryczny, 8 – komparator zegarowy, 9 – testowany olej



**10.8 Zasada działania stacjinimetru**  
 a – zespół badawczy, b – schemat działania, 1 – prowadnica testowa, 2 – prowadnik testowy, 5 – złącze kompensacyjne, 6 – jednostka wzбудzająca, 7 – przetwornik elektryczny, 9 – testowany olej



**10.9 Efekty zjawiska „stick-slip” – prędkość przesuwu ślizgających się powierzchni smarowanych**  
 a – olejem nie wykazującym przeciwdziałania zjawisku, b – olejem o dobrych właściwościach przeciwdziałających zjawisku

zuje wykres zależności siły tarcia  $F$ , od czasu przesuwania  $t$ , przedstawiony na rys. 10.6. Na wykresie tym, przedział czasu, w którym wystąpiło zjawisko „stick-slip”, oznaczono jako  $t_s$ . Wartością charakteryzującą olej, pod tym względem, jest wysokość najwyższego piku  $H$  oraz czas trwania zjawiska.

Zjawisko „stick-slip” szczególnie niekorzystne skutki wywołuje w przypadku precyzyjnych obrabiarek, przeznaczonych do prac szczególnie dokładnych, od których wymaga się dokładności ustawienia zespołów roboczych rzędu 1 mikrometra.

Jakość olejów do prowadnic ślizgowych pod kątem zapobiegania zjawisku „stick-slip” jest kontrolowana przy użyciu przyrządu, modelującego rzeczywiste warunki zjawiska, zwanego stacjinimetrem. Ogólny widok stacjinimetru, przedstawiono na rys. 10.7, natomiast zasadę jego działania obrazuje rys. 10.8.

W przyrządzie tym element badawczy (rys. 10.8a) składa się z prowadnicy testowej 1, smarowanej badanym olejem i prowadnika testowego 2, przesuwającego się po prowadnicy pod naciskiem  $F$ , wytwarzanym

przez ciężarek 3 osadzonym na ramieniu dźwigni 4. Prowadnik, poprzez złącze kompensacyjne 5, jest przemieszczany jednostką napędzającą 6, z prędkością  $V$ . Drgania prowadnika, poprzez przetwornik elektryczny 7 są przenoszone na komparator zegarowy 8 i rejestrowane na taśmie, w postaci zależności prędkości przesuwu od czasu przesuwu, jak to przedstawiono na rys. 10.9.

W prowadzonym teście, olej wykazujący tendencję do powodowania zjawiska „stick-slip”, charakteryzuje się linią „zębatą” (rys. 10.9a), podczas gdy olej mający dobre właściwości w tym zakresie, daje linię w miarę gładką (rys. 10.9b).

Do smarowania prowadnic ślizgowych są stosowane rafinowane oleje mineralne, a w szczególnych przypadkach syntetyczne (estrowe lub poliglikolowe) oraz roślinne, klasy jakościowej ISO-L-G, o lepkości VG 68... VG 220, w przypadku bardzo obciążonych prowadnic VG 320. Im większe obciążenie prowadnicy i im wyższa temperatura jej pracy, tym lepkość oleju powinna być większa. Odrębne gatunki olejów są stosowane do urządzeń prowadnicowych wykonanych z metalu oraz z tworzyw sztucznych. Oleje do smarowania prowadnic ślizgowych nie powinny powodować zjawiska „stick-slip”.

<sup>1</sup> Siły van der Waalsa - oddziaływania międzycząsteczkowe - siły przyciągające, których wielkość szybko maleje wraz z odległością.

