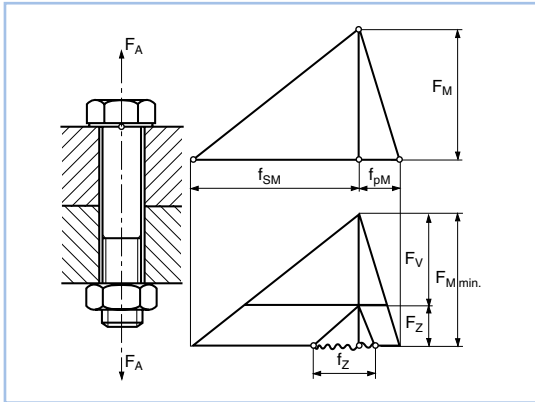


Zestawienie pomiarów konstrukcyjnych dla złączy śrub zaciskowych

W zasadzie są dwa powody, dla których połączenia śrubowe mogą potrzebować zabezpieczenia

Poluzowanie ze względu na osiadanie

Poluzowanie złączy śrubowych skutkuje utratą naprężenia wstępnego. Tę utratę może powodować osiadanie elementów złącza lub trwałe wydłużenie śruby po dociągnięciu lub pod wpływem siły roboczej F_A .



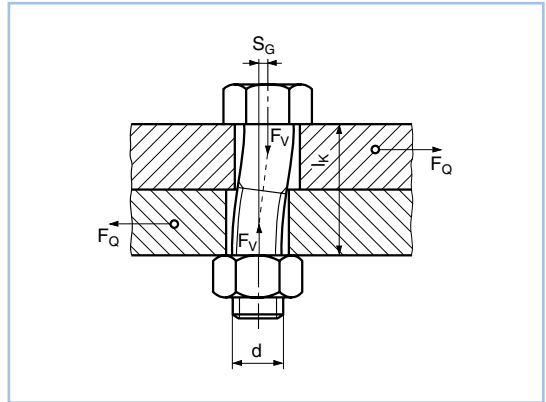
- F_M = montażowa siła naprężenia wstępnego
- f_{SM} = wydłużenie śruby w wyniku działania siły F_M
- f_{PM} = skrócenie dociśniętych elementów w wyniku działania siły F_M
- F_V = wymagana siła naprężenia wstępnego
- F_Z = część wartości montażowej siły naprężenia wstępnego, która zostaje utracona w wyniku osiadania złącza
- f_Z = skrócenie złącza spowodowane osiadaniem w wyniku odkształcenia plastycznego
- F_A = osiowa siła robocza
- $F_{M\min} = F_V + F_Z$

Zalecenia konstrukcyjne przy zabezpieczeniu połączeń śrubowych Sposoby zabezpieczania przed poluzowaniem.

Środki zaradcze	Osiągnięty efekt
Gładkie, czyste powierzchnie styku. Mało szczelin podziałowych w złączu. Żadnych miękkich, plastycznie odkształcalnych elementów zaciskanych	Sposoby zabezpieczania przed poluzowaniem
Długie śruby ($l_k \geq 5 \cdot d$) Śruby z trzpieniem przewężonym. Tuleje sprężyste (dystansowe).	Wysoka sprężystość, minimalny ubytek siły naprężenia wstępnego w wyniku osiadania złącza, wyższa wytrzymałość zmęczeniowa.
Elementy złączne z kołnierzem.	Większa powierzchnia oporowa zapobiega przekraczaniu dopuszczalnej wartości docisku granicznego. Większa tolerancja średnicy otworu wierconego
Specjalne podkładki o twardości 200 HB.	Te same zalety jak wyżej. Zastosowanie do klasy własności 8.8.

Poluzowanie obrotowe

Dynamiczne siły ścinające F_Q działające na złącze śrubowe mogą powodować przesuwanie się elementów złącza. Prowadzi to do obracania się śrub i nakrętek, redukując naprężenie wstępne aż do zera.



- F_V = siła naprężenia wstępnego
- F_Q = siła poprzeczna
- l_k = długość ścisku
- S_G = wzajemne przemieszczenie się dociśniętych elementów
- d = nominalna średnica gwintu

Zalecenia konstrukcyjne przy zabezpieczeniu połączeń śrubowych Sposoby zabezpieczania przed poluzowaniem

Środki zaradcze	Osiągnięty efekt
Większe średnice gwintów śrub-Ø Wyższa klasa własności	Wyższa wartość siły naprężenia wstępnego może zapobiec ruchowi bocznemu elementu złącza
Śruby stopniowane Kołki równoległe lub centrujące	Zapobieganie wzajemnemu przemieszczaniu się dociśniętych elementów (połączenie kształtowe)
Długie śruby ($l_k \geq 5 \cdot d$) Śruby z trzpieniem przewężonym.	Tuleje sprężyste Lepsza wytrzymałość na zmęczenie
Śruby żełbrowe lub podkładki żełbrowe	Efekt walcowania prowadzi do sprężenia powierzchni z wyciśnięciem rowków

Przegląd skuteczności rozwiązań zaciskowych złączy śrubowych i rozwiązań zapobiegających odpadnięciu

! Adnotacja

Następujące elementy są przeznaczone do zapobiegania poluzowaniu, poluzowaniu obrotowemu oraz odpadnięciu (całkowitemu oddzieleniu się śruby i nakrętki). Poziomy skuteczności są oparte na typowych aplikacjach przemysłowych. Warunki mogą się różnić, dlatego użytkownik powinien wykonać własne testy, aby sprawdzić odpowiedniość elementu zaciskowego w swojej aplikacji.

Nazwa elementu/norma	Zabezpieczenie przed										Odpadnięcie	Uwagi	
	Poluzowanie do					Poluzowanie obrotowe do							
	oddz.	5,6	8,8	10,9	12,9	oddz.	5,6	8,8	10,9	12,9			
Śruby i nakrętki z falistym polem oporowym (VERBUS RIPP®)				○					●				Zwiększony moment rozruchowy ze względu na faliste pole oporowe
Śruby i nakrętki z ząbkowanym polem oporowym (VERBUS TENSILOCK®)								●					Ząbkowane pole oporowe zapobiega poluzowaniu obrotowemu
Śruby z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym i ząbkowanym kołnierzem (ecosyn®-grip)			○					●					Zwiększony moment rozruchowy ze względu na faliste pole oporowe
Śruba z zintegrowaną tuleją sprężystą (ecosyn®-fix)		●					●						Zwiększony moment rozruchowy ze względu na kołnierz wklęsły
Typ Precote® 30/80/85, Scotch-Grip® 2353, Loctite®, DELO®, Three Bond®						●	●	●	●	●		●	Czynniki bezpieczeństwa chemicznego neutralizują luz w gwinciu i uszczelniają go
Śruby z powłoką poliamidową Tuflok®													● Zabezpieczenie przed oddzieleniem śruby i nakrętki – maks. temp. 120 °C
Śruby samoformujące gwint dla metali DIN 7500 (ecosyn®-IMX)	●					●						●	● Całkowite zabezpieczenie, dopasowanie gwintu bez luzu
Nakrętki sześciokątne kombi z obrotową niespadającą podkładką (ecosyn®-SEF)			●					●					● Bezpieczne w eksploatacji połączenie śrubowe łączy samozabezpieczającą się nakrętkę Spiralock® ze zintegrowaną stożkową podkładką sprężystą i podkładką płaską
Nakrętki sześciokątne samozabezpieczające z elementem zaciskowym – w całości z metalu (ISO 7042, DIN 980 itp.) i z wkładką niemetalową (DIN 982, DIN 985, DIN 6924, DIN 6926 itp.)								●					● Zapobieganie utracie nakrętki dzięki wkładce poliamidowej do max. 120 °C. Zapobieganie utracie nakrętki o bardziej wymagających zastosowaniach
Śruby do samoformowania gwintu w tworzywach sztucznych ecosyn®-plast, PT® i DELTA PT®	●					●							● Całkowite zabezpieczenie, dopasowanie gwintu bez luzu
Nakrętki zabezpieczające uszczelniające (Seal-Lok®) itd.													● Uszczelnienie i zabezpieczenie przed odpadnięciem z wykorzystaniem poliamidowego elementu zaciskowego, maks. 120 °C
DIN 935 nakrętki koronowe itd.						●	●	●					● Zawleciski zapobiegają odpadnięciu, możliwe jest ograniczone poluzowanie
Nakrętki sześciokątne z dołączoną tuleją sprężystą (BN 80175, BN 1365)			●										● Dołączona podkładka zabezpieczająca kompensuje osiadanie
Nakrętki zabezpieczające z podkładką zabezpieczającą z zębem (BN 1364)								○					● Zwiększony moment obrotowy poluzowania ze względu na zintegrowaną, obracalną podkładkę zabezpieczającą z zębem
Nakrętki kołnierzowe / śruby kołnierzowe (EN1661 / EN1662 / EN1665)			○					○					● Zwiększone pole oporowe redukuje docisk graniczny, zwiększona średnica podziałowa redukuje poluzowanie obrotowe
Tuleje sprężyste zabezpieczające DIN 127/128/7980 itd.		●						○					● Nieznaczne zwiększenie momentu rozruchowego poprzez jej działanie sprężynujące
Podkładki zabezpieczające z zębem i ząbkowane DIN 6798/6797 itd.								●					● Zwiększony moment rozruchowy na powierzchniach miękkich
Tuleje sprężyste żebrowe Rip-Lock™			●	○				●	○				● Tuleja sprężysta uniwersalna żebrowa, zwiększony moment obrotowy poluzowania z niehartowanymi elementami konstrukcji
Podkładki zabezpieczające żebrowe (dwustronnie żebrowe)			○					●	○				● Sprężysta podkładka zabezpieczająca dwustronnie żebrowa zwiększa moment rozruchowy na materiałach niehartowanych
Podkładki zabezpieczające żebrowe SCHNORR VS									●				

Ocena działania zabezpieczającego: ● bardzo dobre ● dobre ○ umiarkowane

Nazwa elementu/norma	Zabezpieczenie przed										Odpadnięcie	Uwagi	
	Poluzowanie do					Poluzowanie obrotowe do							
	oddz.	5.6	8.8	10.9	12.9	oddz.	5.6	8.8	10.9	12.9			
Stożkowe tuleje sprężyste zabezpieczające DIN 6796 itd.			●	●									Tuleja sprężysta o wysokiej sile sprężynującej
Podkładki NORD-LOCK® System zabezpieczania śrub								●	●	●			System zabezpieczania śrub NORD-LOCK® stosuje różne współczynniki kąta pomiędzy powierzchniami klinowymi i gwintami śruby do skutecznego zabezpieczenia złączy śrubowych w aplikacjach krytycznych, co zapobiega poluzowaniu powodowanemu przez drgania i obciążenie dynamiczne.

Ocena działania zabezpieczającego: ● bardzo dobre ● dobre ○ umiarkowane

Śruby, które powinny zostać zabezpieczone

Długość ścisku L_k Średnica gwintu \varnothing d	Obciążenie			
	statyczne		dynamiczne	
	w kierunku osiowym	prostopadle do osi	w kierunku osiowym	prostopadle do osi
krótka $L_k < 2d$	Brak konieczności zabezpieczenia	Ustalić rodzaj zabezpieczenia	Ustalić rodzaj zabezpieczenia	Zabezpieczenie wymagane
średnia $5d > L_k \geq 2d$	Brak konieczności zabezpieczenia	Brak konieczności zabezpieczenia	W zależności od warunków brzegowych, ustalić rodzaj zabezpieczenia.	Zabezpieczenie wymagane
długa $L_k \geq 5d$	Brak konieczności zabezpieczenia	Brak konieczności zabezpieczenia	Brak konieczności zabezpieczenia	W zależności od warunków brzegowych, ustalić rodzaj zabezpieczenia.