

Podstawy Konstrukcji Maszyn

Połączenia gwintowe

Janusz Skrzypacz

Wprowadzenie

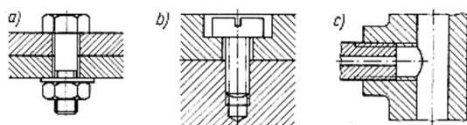
Połączenia gwintowe są połączeniami kształtowymi rozłącznymi najczęściej stosowanymi w budowie maszyn.

Zasadniczym elementem połączenia gwintowego jest *łącznik*, składający się zazwyczaj ze śruby z gwintem zewnętrznym i nakrętki z gwintem wewnętrznym. Skręcenie ze sobą obu gwintów łącznika tworzy połączenie gwintowe.



Wprowadzenie

Połączenia gwintowe dzielą się na *pośrednie* i *bezpośrednie*. W połączeniach pośrednich części maszyn łączy się za pomocą łącznika (a); rolę nakrętki może również odgrywać gwintowany otwór w jednej z łączonych części (b). W połączeniach bezpośrednich gwint jest wykonany na łączonych częściach (c).



Wprowadzenie

Gwinty są stosowane również w mechanizmach śrubowych, określanych także jako połączenia gwintowe ruchowe.

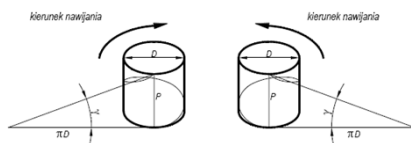
Mechanizmy śrubowe służą do zamiany ruchu obrotowego na postępowo-zwrotny. Są stosowane do celów napędowych m.in. do przesuwu stołu lub suportu w obrabiarkach, tworzą zespół roboczy w podnośnikach lub prasach śrubowych itd.



Budowa gwintu

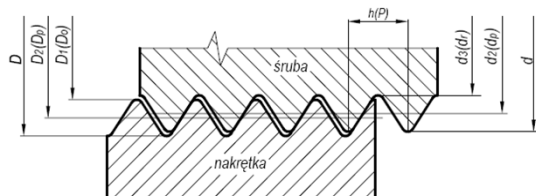
Podstawowym pojęciem, związanym z powstawaniem gwintu jest *linia śrubowa*. Jest to krzywa przestrzenna, opisana na poboczniczy walca przez punkt poruszający się ruchem jednostajnym wzdłuż osi walca (osi linii śrubowej) - przy stałej prędkości obrotowej walca.

Powstawanie linii śrubowej można sobie łatwo wyobrazić jako nawijanie na walec linii prostej, stanowiącej przeciwprostokątną trójkąta.



$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

Parametry gwintu



- d - średnica gwintu śruby (średnica trzpienia, na którym nacięto gwint);
- D - średnica dna wrębów nakrętki (dla gwintu trapezowego symetrycznego - D_2);
- d_1 - średnica rdzenia śruby (dla gwintu trapezowego symetrycznego - d_3);
- D_1 - średnica otworu nakrętki;
- d_2 - średnica podziałowa śruby;
- D_2 - średnica podziałowa nakrętki - $D_2 = d_2$;

Parametry gwintu

- P - podziałka gwintu, odpowiadająca podziałce linii śrubowej (w gwintach jednokrotnych $P = P_n$);
- P_n - skok gwintu w gwintach wielokrotnych ($P_n = n \cdot P$, gdzie n - krotność gwintu);
- α - kąt gwintu, mierzony między bokami zarysu;
- γ - wznios gwintu równy wzniosowi linii śrubowej, obliczany na średnicy podziałowej wg zależności:

Pozostałe wymiary gwintów (wysokość zarysu gwintu, promienie zaokrągleń, luz wierzchołkowy itd.) są podane w normach w zależności od podziałki gwintu.

Rodzaje gwintów i ich zastosowanie

Do gwintów powszechnie stosowanych należą gwinty trójkątne: metryczne i calowe oraz trapezowe: symetryczne i niesymetryczne. Ponadto gwinty dzielą się na:

- zwykle, drobne (drobnozwojne) i grube (grubozwojne);
- prawe i lewe;
- jednokrotne (pojedyncze) i wielokrotne (dwukrotne, trzykrotne itd.).

Rodzaje gwintów i ich zastosowanie

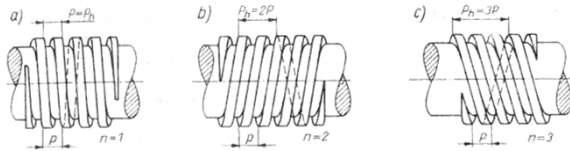
Gwinty *zwykle* występują najczęściej w elementach niezbyt dokładnych, produkowanych seryjnie lub masowo. Gwinty drobne mają mniejszą podziałkę niż gwinty zwykle o tej samej średnicy. Ze względu na mniejszą głębokość gwintu są one stosowane w celu zwiększenia średnicy rdzenia śruby; są nacinane na tulejach, rurach itd. Charakteryzują się także wysoką samohamownością (mały kąt γ), zabezpieczając połączenie przed luzowaniem.

Gwinty *grube* są stosowane w zarysach trapezowych przy $d \geq 22$ mm, głównie w przypadkach, gdy o obciążalności połączenia decydują naciski jednostkowe na powierzchniach roboczych gwintu, np. w połączeniach spoczynkowych często odkręcanych.

Podział gwintów na *prawe* i *lewe* wynika z definicji linii śrubowej prawej i lewej. Powszechnie stosuje się gwinty prawe. Gwinty lewe stosuje się m.in. w niektórych elementach obrabiarek - gdy użycie gwintu prawego powoduje samoczynne luzowanie połączenia, jako jeden z gwintów tzw. nakrętki rzymskiej itp.

Rodzaje gwintów i ich zastosowanie

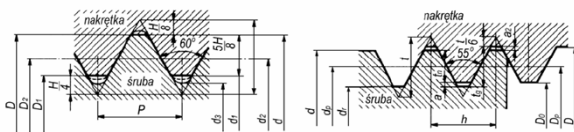
W gwintach wielokrotnych istnieje kilka początków (wejść) poszczególnych zwojów gwintu. Zwoje są równoległe do siebie, a ich początki są rozstawione symetrycznie na obwodzie walca (np. w gwincie 3-krotnym - co 120°). Dla gwintów wielokrotnych określa się skok gwintu P_n , równy podziałce danej linii śrubowej, oraz podziałkę gwintu P , tzn. odległość między jednakowymi punktami sąsiednich zwojów, mierzona równoległe do osi gwintu. Gwinty wielokrotne stosuje się w połączeniach ruchomych, w których wymagane jest duże przesunięcie przy jednym obrocie śruby, wysoka sprawność, niesamohamowność itp.



Rodzaje gwintów

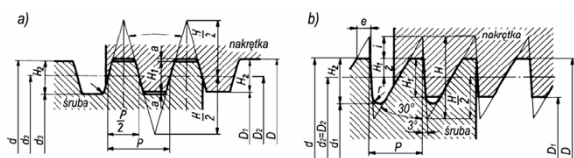
a) jednokrotny prawy, b) dwukrotny lewy, c) trzykrotny prawy

Zarysy gwintu



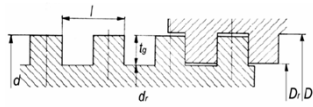
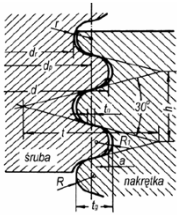
Zarys trójkątny metryczny oraz calowy

Zarysy gwintu



Zarys trapezowy symetryczny oraz niesymetryczny

Zarysy gwintu



Zarys okrągły oraz prostokątny

Wymiary nominalne gwintu śruby i nakrętki, podane w normach są oparte na zarysie nominalnym, wspólnym dla gwintu zewnętrznego (śruba) i wewnętrznego (nakrętka).

Wymiary rzeczywiste gwintów różnią się od wymiarów nominalnych m.in. o wartość promieni, zmniejszających szerokość powierzchni roboczej gwintu oraz o różnice wynikające z tolerancji gwintu (zależnej od przeznaczenia gwintu i przyjętej klasy gwintu) i niedokładności obróbki.

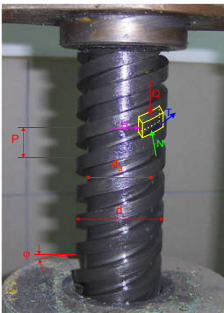
Sposoby oznaczania gwintów ogólnego przeznaczenia

L.p.	Nazwa gwintu	α	Oznaczenie ¹⁾	Normy	
				wymiarów	tolerancji
1	Metryczny	60°	M (d)	PN-70/ /M-02013	PN-70/ /M-02113
2	Metryczny drobnoszwoiny	60°	M (dxP)		
3	Trapezowy symetryczny	30°	Tr (dxP)	PN-79/ /M-02017	PN-79/ /M-02117
4	Trapezowy niesymetryczny	3° + 30°	S (dxP)	PN-65/ /M-02019	PN-66/ /M-02119
5	Trapezowy niesymetryczny	3° + 45°	S (dxP)	PN-69/M-02027	
6	Rurowy walcowy	55°	G (d) ²⁾	PN-79/M-02030	
7	Okrągły	30°	Rd (d)	PN-62/M-02035	

Uwagi:

- Po oznaczeniu dopisuje się symbol LH dla gwintu lewego oraz: „2-krotny”, „3-krotny” itd. — dla gwintów wielokrotnych;
- W gwintach rurowych symbol d oznacza średnicę otworu rury (wyrażoną w calach), na której nacięto gwint zewnętrzny.

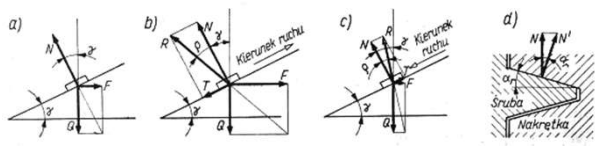
Układ sił w połączeniu gwintowym



Obciążenie gwintu następuje przy końcu dokręcania nakrętek w połączeniach gwintowych spoczynkowych oraz przy wykonywaniu pracy na pewnej drodze, np. przy podnoszeniu lub przesuwaniu ciężaru w mechanizmach śrubowych.

Ponieważ linia śrubowa tworzy równię pochyłą o kącie pochylenia γ (wznios gwintu), zatem obciążenie gwintu można rozpatrywać jako siłę działającą na równi pochyłej. Przyjmuje się więc, że całe obciążenie działające na gwint jest skupione w jednym punkcie jako siła bierna Q i porusza się wzdłuż równi pochyłej pod wpływem siły obwodowej F, działającej na płaszczyźnie prostopadłej do osi śruby.

Układ sił w połączeniu gwintowym



Przy opuszczaniu ciężaru jest potrzebna mała siła F , zabezpieczająca przed samoczynnym zsuwaniem się ciężaru; przy $\gamma \leq \rho$ gwint będzie samohamowny.

N – siłą normalna, T – siła tarcia, R – reakcja wypadkowa, μ' – pozorny współczynnik tarcia, ρ' – pozorny kąt tarcia

Momenty tarcia w połączeniu gwintowym



W końcowej fazie dokręcania nakrętki (w połączeniach spoczynkowych) i przy podnoszeniu ciężaru (w połączeniach ruchomych) należy przyłożyć do nakrętki (śruby) moment skręcający M_s , który pokona moment tarcia M_{T1} na powierzchni gwintu oraz moment tarcia M_{T2} między nakrętką a przedmiotem lub między ruchomym końcem śruby a nieruchomym przedmiotem - zależnie od rodzaju pracy połączenia i zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

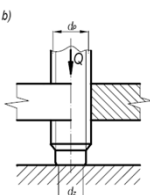
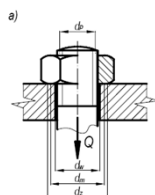
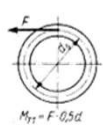
Momenty tarcia w połączeniu gwintowym

$$M_T = M_{T1} + M_{T2}$$

$$M_{T1} = 0,5 \cdot d \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \rho')$$

$$M_{T2} = Q \cdot \mu' \cdot r_{sr}$$

$$F = Q \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \rho')$$



Sprawność gwintu

Sprawność gwintu η_g wyznacza się jako stosunek pracy użytecznej do pracy włożonej, przy czym pracę odnosi się do jednego obrotu śruby (nakrętki):

$$\eta_g = \frac{L_u}{L_w} = \frac{Q \cdot P}{2\pi \cdot M_{T1}} = \frac{Q \cdot \pi \cdot d \cdot \operatorname{tg} \gamma}{2\pi \cdot 0,5d \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \rho')} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho')}$$

Samohamność gwintu

Połączenie śrubowe będzie samohamowne w przypadku, gdy dowolnie duża siła Q , obciążająca śrubę, nie spowoduje jej obrotu. Gwint jest samohamowny wówczas, gdy

$$\gamma \leq \rho'$$

Zależność ta jest określana jako warunek samohamowności gwintu. Gwinty samohamowne mają niską sprawność:

$$\eta \leq 0,5 \text{ (50\%)}$$

W gwintach samohamownych wznios gwintu wynosi $1,5-5^\circ$; stosuje się je w połączeniach spoczynkowych oraz w mechanizmach, które muszą być samohamowne (np. w podnośnikach śrubowych). Należy przy tym zwrócić uwagę, że w przypadku występowania drgań, uderzeń itp. każdy gwint jest niesamohamowny.

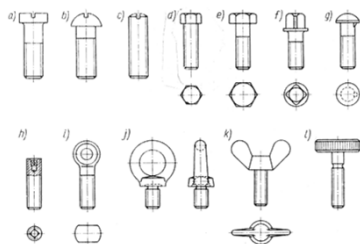
Łączniki gwintowe

Do znormalizowanych łączników gwintowych należą *śruby*, *wkręty* i *nakrętki*.

Śruby są to łączniki z gwintem zewnętrznym, zakończone łbem o różnych kształtach - najczęściej sześciokątnym lub kwadratowym. Śruby dokręca się kluczami.

Wkręty mają nacięty na łbie rowek i są dokręcane wkrętakiem. Łączniki te mogą mieć gwint nacięty na całej długości trzpienia lub tylko na jego części.

Rodzaje wkrętów i śrub

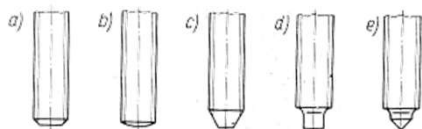


a-c) wkręty,
d-f) najczęściej stosowane śruby,
g) śruba noskowa,
h) z gniazdem wewnętrznym,
i) oczkowa,
j) z uchem,
k) skrzydełkowa,
l) radełkowa



Zakończenia śrub i wkrętów

Powszechnie jest stosowane zakończenie płaskie z fazką 45° (a) lub kuliste (b). Śruby dociskowe mogą być zakończone w sposób podany na rys. c, d, e, w zależności od częstotliwości odkręcania i konstrukcji elementów połączenia. Zakończenia śrub i wkrętów z gwintem metrycznym są ujęte w normie PN-73/M-82061, natomiast wymiary wyjść i podcięć w otworach - w PN-74/M-82063.



Oznaczenia wkrętów i śrub

Śruby i wkręty objęte normami są stosowane i produkowane masowo. Oznaczenie ich składa się z nazwy, rodzaju gwintu, długości śruby (wkrętu), materiału oraz numeru normy.

Przykłady oznaczeń:
ŚRUBA M12 x 1,25 x 70 Ms PN-74/M-82101 - gwint M12 x 1,25, l = 70 mm, mosiądz
WKREŃT M6x25 PN-74/M-82231 - gwint M6, l = 25 mm, stal

Cechy tworzywowe śrub oznaczane są w następujący sposób: **X a.b**,
Gdzie: X to klasa dokładności (A - elementy dokładne; B - elementy średnio dokładne; C - elementy zgrubne tylko z gwintem zwykłym) oraz

$$R_m = a \cdot 100,$$

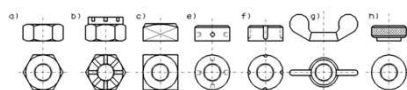
$$R_e = a \cdot b \cdot 10.$$



Nakrętki

Nakrętki - elementy z gwintami wewnętrznymi - współpracują ze śrubami i wkrętami. Kształty nakrętek, podobnie jak łbów śrub, są dostosowane do potrzeb konstrukcyjnych. Nakrętki są objęte normami: PN-75/M-82144-82471.

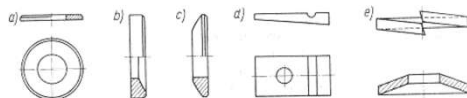
Rodzaje nakrętek



a) sześciokątna, b) koronowa, c) kwadratowa, d) okrągła rowkowa, e) okrągła otworowa, f) skrzydełkowa, g) radełkowana



Podkładki

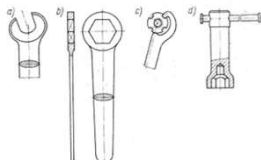


Ważne uzupełnienie łączników gwintowych stanowią *podkładki*. Podkładki okrągłe (a) stosuje się m.in. przy łączeniu elementów z materiałów kruchych lub miękkich oraz w przypadku, gdy średnica otworu jest większa od średnicy śruby. Dla zabezpieczenia śrub przed zginaniem stosuje się zespół podkładek kulistych (b, c) lub podkładki klinowe (d). Podkładki sprężyste (e, f) zabezpieczają przed odkręcaniem się śrub (nakrętek).

Klucze

Do dokręcania śrub i nakrętek stosowane są *klucze* uniwersalne nastawne (tzw. klucze francuskie, szwedzkie itp.) oraz klucze o stałych wymiarach, dostosowane do określonej wielkości i kształtu łba śruby. Wśród nich występują m.in. klucze płaskie, oczkowe, do nakrętek okrągłych rowkowych, klucze czołowe i inne.

Dla zwiększenia wydajności montażu stosuje się m.in. klucze zapadkowe lub klucze i wkrętaki z napędem elektrycznym. Dla uzyskania określonej, regulowanej siły zacisku w połączeniu stosuje się klucze dynamometryczne.



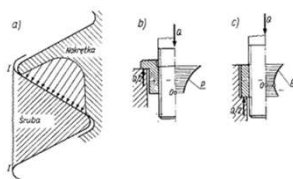
a) klucz płaski,
b) klucz oczkowy,
c) klucz pazurkowy,
d) klucz nasadowy

Wytrzymałość gwintu

Pod wpływem obciążenia gwint jest narażony na nacisk powierzchniowy oraz na zginanie i ścinanie w przekroju I-I. Najbardziej niebezpieczne, dla gwintu są naciski, ponieważ pod ich wpływem następuje ścieranie przesuwających się powierzchni gwintu śruby i nakrętki – zarówno przy dokręcaniu w połączeniach spoczynkowych, jak i w czasie pracy połączeń ruchomych.

Naciski na powierzchniach roboczych gwintu śruby i nakrętki są rozłożone nierównomiernie. Powodem tego są odkształcenia sprężyste gwintu (a) oraz różna sztywność śruby i nakrętki (b, c), wskutek czego największe naciski występują na pierwszym roboczym zwoju. Przy obliczaniu gwintu przyjmuje się niewielkie wartości nacisków dopuszczalnych.

$k_o \approx 0,3k_c$ – w połączeniach spoczynkowych dokręcanych tylko przy montażu,
 $k_o \approx 0,2 k_c$ – w połączeniach spoczynkowych często dokręcanych i odkręcanych (np. śruby mocujące w przyrządach),
 $k_o \approx 0,15 k_c$ – w połączeniach półruchomych rzadko uruchamianych (np. w podnośniku śrubowym),
 $k_o \approx 0,1 k_c$ – w połączeniach ruchomych często pracujących (śruby pociągowe w obrabiarkach, śruby w prasach śrubowych itp.).



Wytrzymałość gwintu

Wzór na naciski powierzchniowe:

$$p = \frac{Q}{A_1 \cdot z} \leq k_o(k_{\sigma})$$

Po podstawieniach otrzymuje się:

$$p = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2) \cdot \frac{H}{P}} \leq k_o(k_{\sigma})$$

Po przekształceniu otrzymuje się wzór na wyznaczenie czynnej wysokości nakrętki:

$$H \geq \frac{4Q \cdot P}{\pi(d^2 - D_1^2) \cdot k_o}$$

gdzie:

A_1 – pole powierzchni jednego zwoju gwintu

z – liczba czynnych zwojów gwintu

gdzie:

H – czynna wysokość nakrętki,

$H/P = z$ – liczba czynnych zwojów gwintu.

Obliczenie gwintu z warunku na naciski jest równoznaczne z ustaleniem czynnej wysokości nakrętki.

Wytrzymałość śrub

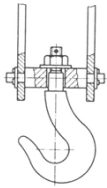
Obliczanie wytrzymałości śrub polega na wyznaczeniu średnicy rdzenia śruby z warunków wytrzymałościowych i następnie dobraniu odpowiednich wymiarów gwintu o średnicy rdzenia większej od wynikającej z obliczeń. Zarówno metoda obliczeń, jak i wybór gwintu zależą od sposobu obciążenia oraz od warunków pracy połączenia śrubowego.

Rozróżnia się 5 podstawowych rodzajów obciążenia połączeń.

Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone tylko siłą rozciągającą

Rozpatrywane połączenie jest montowane bez obciążenia gwintu siłą osiową rozciągającą lub ściskającą. Przykładem takiego połączenia jest obciążenie haka. Średnicę rdzenia śruby wyznacza się z warunku wytrzymałościowego na rozciąganie.

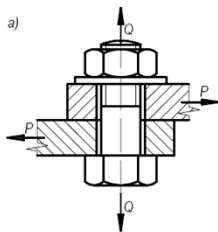
$$\sigma_r = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \leq k_r (k_{rj})$$



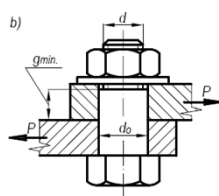
gdzie:
 d_1 - średnica rdzenia śruby
(dla gwintu trapezowego - d_3),
 Q - siła osiowa, obciążająca śrubę.

Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone siłą poprzeczną

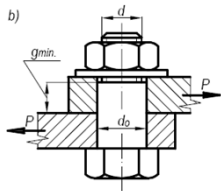
Śruba luźna



Śruba pasowana

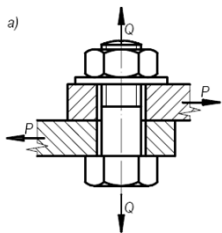


Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone siłą poprzeczną – śruby pasowane



$$\tau_t = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \cdot d_o^2} \leq k_t$$

Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone siłą poprzeczną ze śrubami luźnymi



Wynika stąd warunek

$$P \leq T = k \cdot i \cdot Q \cdot \mu$$

gdzie:

- k - współczynnik pewności, stanowiący dodatkowe zabezpieczenie przed możliwością przesunięcia części; przyjmuje się $k = 0,4-0,8$;
- i - liczba powierzchni styku;
- μ - współczynnik tarcia; dla powierzchni o niewielkiej chropowatości smarowanych - 0,06, nie smarowanych 0,1- 0,2; dla powierzchni piaskowanych - 0,5.

Na podstawie powyższego wzoru wyznacza się siłę osiową Q_n , działającą na jedną śrubę.

Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone siłą poprzeczną ze śrubami luźnymi

Siła osiowa Q_n działająca na jedną śrubę:

$$Q_n = \frac{P}{k \cdot i \cdot \mu \cdot n}$$

gdzie:

n – liczba śrub przenoszących obciążenie F.

Średnicę rdzenia śruby wyznacza się z warunku na rozciąganie

$$\sigma_r = \frac{Q_n}{\frac{\pi d_3^2}{4}} \leq k_r$$

Wytrzymałość śrub - połączenia obciążone siłą osiową Q oraz momentem skręcającym

Połączenia takie są bardzo często stosowane, głównie w połączeniach ruchomych. Przykładami elementów obciążonych w podany sposób są śruby pociągowe obrabiarek, śruby podnośników, nakrętki rzymskie - służące do naciągania lin itd. W rdzeniu śrub występują wówczas naprężenia rozciągające oraz naprężenia skręcające.



$$\sigma_{r(c)} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \leq k_{r(c)} (k_f)$$

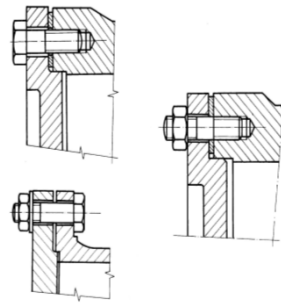
$$\tau_s = \frac{M_s}{W_o} = \frac{16 M_T}{\pi d_3^3} \leq k_s$$

Przy jednoczesnym występowaniu naprężeń rozciągających i skręcających śrubę oblicza się na naprężenia zastępcze wg hipotezy wytrzymałościowej Hubera.

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_{r(c)}^2 + (\alpha \cdot \tau_s)^2} \leq k_{r(c)}$$

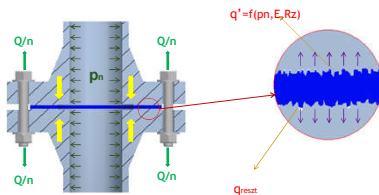
Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

W połączeniach gwintowych dość często łączy się elementy za pomocą śrub, na które w fazie montażu nie działa jeszcze obciążenie robocze (np. mocowanie pokryw zbiorników ciśnieniowych lub cylindrów silników, łączenie rur w połączeniach rurowych kołnierзовych itd.). Zabezpieczając się przed nieszczelnością połączenia, stosuje się wstępny zacisk śrub, polegający na odpowiednio mocnym ich dokręcaniu.

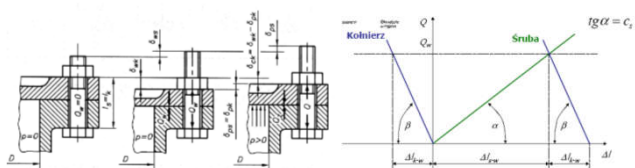


Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

W gwintowych połączeniach dość często łączy się elementy za pomocą śrub, na które w fazie montażu nie działa jeszcze obciążenie robocze (np. mocowanie pokryw zbiorników ciśnieniowych lub cylindrów silników, łączenie rur w połączeniach rurowych kołnierзовych itd.). Zabezpieczając się przed nieszczelnością połączenia, stosuje się wstępny zacisk śrub, polegający na odpowiednio mocnym ich dokręcaniu.



Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

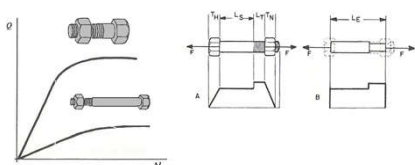


$$\delta = \Delta l = \varepsilon \cdot l = \frac{\sigma_l \cdot l}{E} = \frac{Q \cdot l}{A \cdot E} = Q \cdot \frac{1}{c}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Q_w}{\Delta l_{s-w}}$$

Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

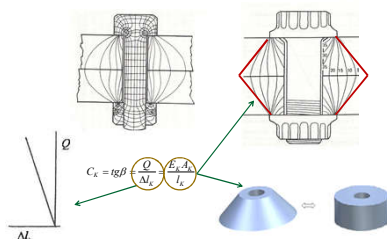
Sztywność śruby



$$C_s = \operatorname{tg} \alpha = \frac{Q}{\Delta l_s} = \frac{E_s A_s}{l_s}$$

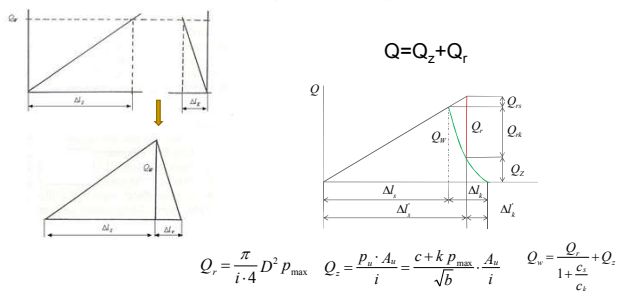
Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

Sztywność kołnierza



Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

Obciążenie złącza



Wytrzymałość śrub - połączenia skręcane ze wstępnym zaciskiem

Do obliczeń przybliżonych, gdy nie jest wymagana szczelność, przyjmuje się, że zacisk resztkowy Q_z powinien wynosić $(0,2-0,3)Q_w$ – kasowanie luzu, stąd:

$$Q_w = (1,25 \div 2,5) \frac{Q_r}{1 + \frac{c_s}{c_k}}$$

Na podstawie wartości Q_w oblicza się śruby z warunku na rozciąganie, a następnie sprawdza wg wzoru

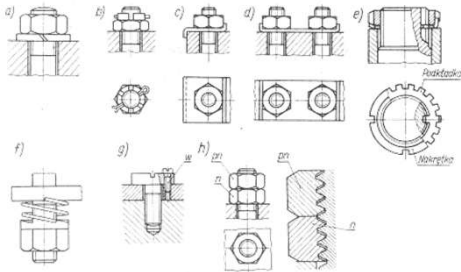
$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_{r(c)}^2 + (\alpha \cdot \tau_s)^2} \leq k_{r(c)}$$

Zabezpieczenie łączników przed odkręcaniem

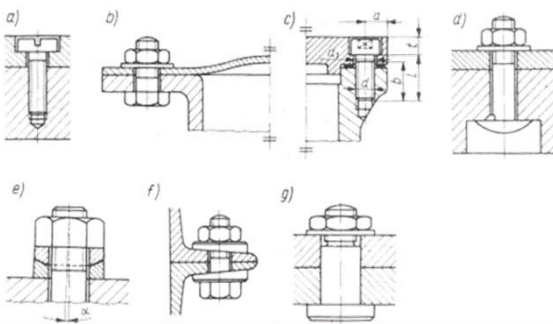
W przypadkach, gdy połączenie gwintowe jest narażone na obciążenia zmienne, wstrząsy, drgania itd., może nastąpić samoczynne luzowanie połączenia wskutek okresowego zaniku siły poosiowej Q , a tym samym sił tarcia między gwintem śruby i nakrętki.

W celu zabezpieczenia połączenia gwintowego przed samoczynnym odkręcaniem się nakrętek, stosuje się różne rodzaje zabezpieczeń. Używa się m.in. podkładek sprężystych, nakrętek koronowych z zawleczką (element jednorazowego użycia), przeciwnakrętek (wywołujących wstępny zacisk na gwincie), podkładek odginanych, zagiętych na krawędzi przedmiotu i nakrętki, podkładek ząbkowanych, sprężyn lub dodatkowych wkrętów.

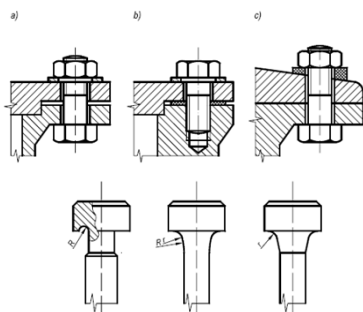
Przykłady zabezpieczenia łączników przed odkręcaniem



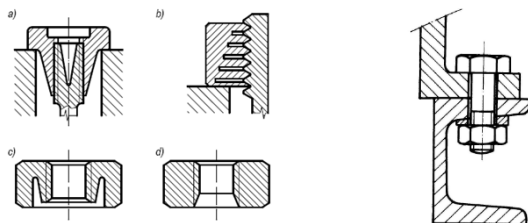
Przykłady połączeń gwintowych



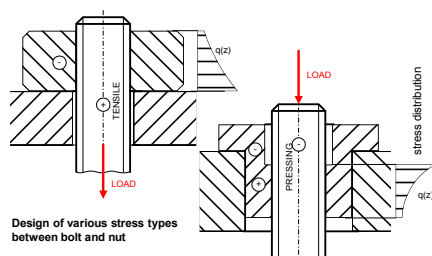
Zasady konstruowania połączeń gwintowych



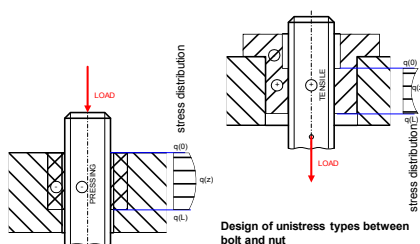
Zasady konstruowania połączeń gwintowych

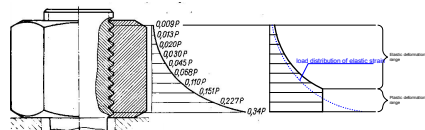


Zasady konstruowania połączeń gwintowych

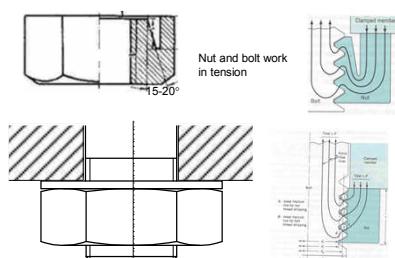


Zasady konstruowania połączeń gwintowych





Stress distribution of the threaded joint



Nut and bolt work
in tension

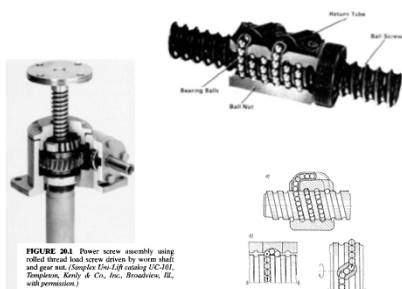


FIGURE 20.1 Power screw assembly using rolled thread load screw driven by worm shaft and gear nut. (Simplex Uni-Lift catalog UC-101, Templeton, Kerby & Co., Inc., Broadview, Ill., with permission.)