

PRZENOŚNIKI PŁYNÓW	NORMA BRANŻOWA	BN-71 1385-07
	Sprężarki tłokowe Śruby korbwodowe Wytyczne obliczeń	
	Grupa katalogowa 0482	

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wytyczne obliczeń śrub korbwodowych sprężarek tłokowych.

1.2. Normy związane

PN-74/M-82063 Gwinty metryczne. Wymiary wyjść i podcięć oraz nadmiary długości gwintów i głębokości otworów

2. WIELKOŚCI WYJŚCIOWE DO OBLICZEN

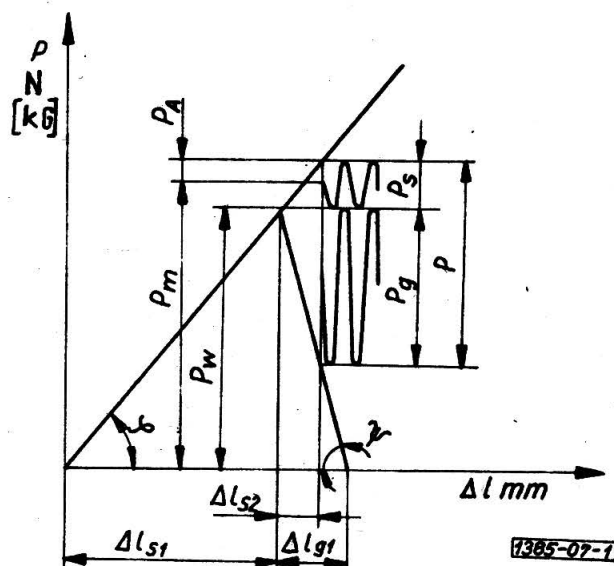
2.1. Obliczeniowe obciążenie zewnętrzne. Za obliczeniowe obciążenie zewnętrzne przyjmuje się nominalną pulsującą siłę rozciągającą dany korbwód podzieloną przez liczbę śrub przypadających na dany korbwód z uwzględnieniem kąta działania przy łbach korbwodowych dzielonych płaszczyzną nieprostopadłą do osi korbwodu¹⁾.

Rzeczywiste siły rozciągające dane złącze powinny być dobierane tak, aby suma sił od gazu, tarcia i bezwładności, działająca na śrubę w sposób pulsujący, nie przekraczała wartości nominalnej w całym zakresie obrotów roboczych, tj. od momentu rozruchu do uzyskania pełnej prędkości obrotowej i w całym zakresie przewidzianej regulacji, lecz bez uwzględnienia wzrostu ciśnienia przy pełnym otwarciu zaworu bezpieczeństwa chyba, że upust zaworu bezpieczeństwa spełnia rolę regulatora ciśnienia.

¹⁾ Obliczenia nie uwzględniają naprężeń pochodzących od błędów wykonawczych lub montażowych oraz deformacji sprężystych kształtów łba. Dodatkowe naprężenia wynikające z wymienionych powodów powinny być uwzględnione we współczynniku pewności.

Z uwagi na używanie środków smarujących przy dokręcaniu śrub nie uwzględnia się także naprężeń wynikających z momentu wywołanego siłami tarcia przy naciągu wstępnym.

2.2. Schemat sił i odkształceń złącza - wg rya.1.



Rys. 1

P_w - naciąg wstępny śruby, P - obciążenie zewnętrzne przypadające na jedną śrubę, $P = \frac{F_z}{n}$, P_s - siła zmienna obciążająca śrubę złącza podatnego, P_g - siła zmienna obciążająca łeb korbwodu złącza podatnego, P_m - średnia siła w śrubie złącza podatnego, P_A - amplituda siły rozciągającej w śrubie złącza podatnego, Δl_{s1} - wydłużenie śruby pod obciążeniem naciągu wstępnego P_w , Δl_{g1} - skrócenie łba korbwodu pod obciążeniem naciągu wstępnego P_w , Δl_{s2} - wydłużenie śruby spowodowane obciążeniem złącza siłą zewnętrzną P , n - liczba śrub, Δl - przyrost długości.

2.3. Naciąg wstępny (montażowy) P_w równa się sumie wszystkich osiowych sił rozciągających w śrubach połączenia przez dokręcenie nakrętek przy temperaturze otoczenia i bez ciśnienia wewnętrznego.

3. OBLICZENIA

3.1. Obliczenia wstępne. Przekrój rdzenia śruby S oblicza się dzieląc siłę nominalną P przypadającą na jedną śrubę przez porównawcze naprężenie K .

$$S = \frac{P}{K} \quad (1)$$

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Budowy Urządzeń Chemicznych „CeBeA”
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Budowy Urządzeń Chemicznych dnia 31 grudnia 1971 r.
jako norma obowiązująca w zakresie projektowania i konstrukcji od dnia 1 października 1972 r.
(Dz. Norm. i Miar nr15/1972 poz. 32)

Naprężenie porównawcze powinno być dobierane na podstawie zaleceń literatury oraz zestawień porównawczych stanowiących załącznik do założeń konstrukcyjnych. Zestawienia te powinny być sporządzone dla zbliżonych konstrukcji krajowych i zagranicznych i powinny zawierać możliwie dokładną informację dotyczącą materiału, obróbki, rzeczywistych obciążeń oraz obserwowanej trwałości.

3.2. Określenia wstępne wymiarów. Zależnie od konstrukcji korbowodu dobiera się wymiary śruby w ten sposób, aby wytrzymałość gwintu oraz zawężonej części cylindrycznej poza gwintem były z uwzględnieniem wytrzymałości zmęczeniowej i doraźnej w przybliżeniu równe.

Przejścia, zaokrąglenia i podcięcia powinny co najmniej odpowiadać PN-74/M-82063.

3.3. Obliczenia sprawdzające

3.3.1. Obliczanie odkształceń

a) Wydłużenie śruby Δl_{s1} pod obciążeniem naciągu wstępnego P_w należy obliczyć wg wzoru

$$\Delta l_{s1} = \frac{P}{E_s} \int_0^l \frac{d_x}{S_s} = \frac{PC_s}{E_s} \quad (2)$$

w którym:

C_s - podatność śruby na długości ścisku l (rys.2),

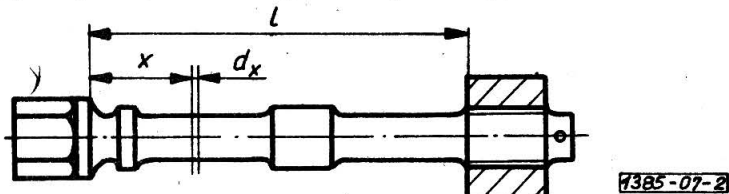
$$C_s = \frac{1}{E_s} \int_0^l \frac{d_x}{S_s}$$

E_s - moduł sprężystości dla śruby,

E_g - moduł sprężystości dla łoża,

S_s - powierzchnia przekroju śruby,

S_g - powierzchnia przekroju łoża.

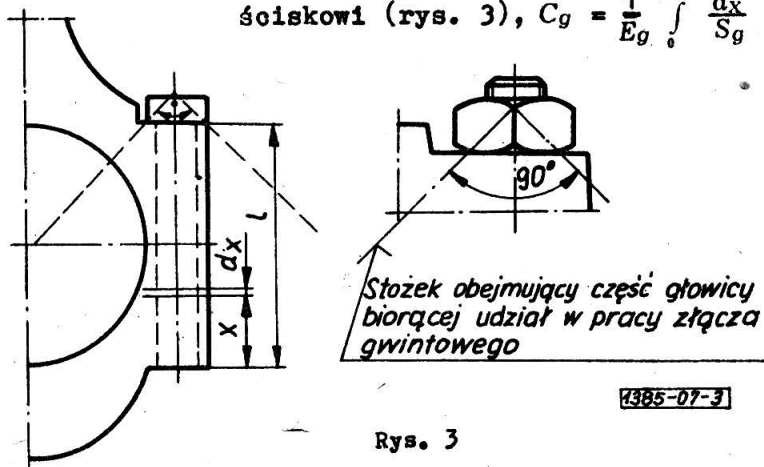


Rys. 2

b) Skrócenie łoża korbowodu Δl_{g1} pod obciążeniem naciągu wstępnego P_w należy obliczyć wg wzoru

$$\Delta l_{g1} = \frac{P}{E_g} \int_0^l \frac{d_x}{S_g} = \frac{PC_g}{E_g} \quad (3)$$

w którym C_g - podatność łoża na długości ścisku l oraz w obrębie stożka obejmującego w przybliżeniu część podlegającą ściskowi (rys. 3), $C_g = \frac{1}{E_g} \int_0^l \frac{d_x}{S_g}$



Rys. 3

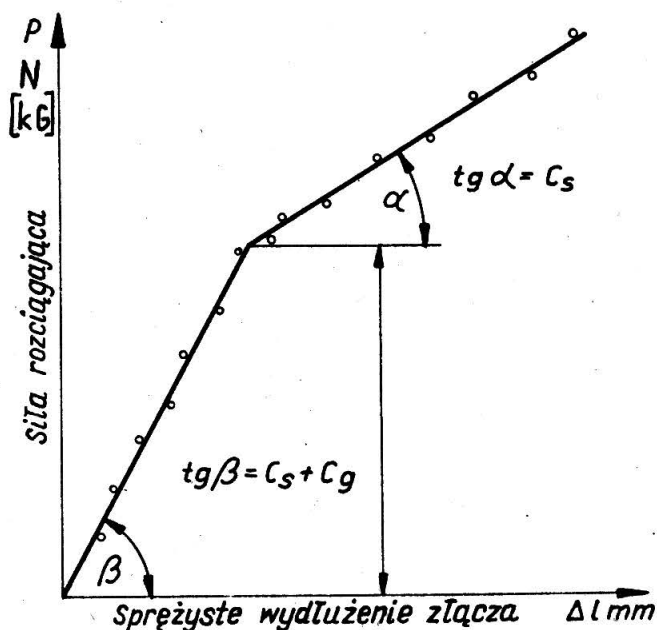
W przypadku produkcji seryjnej zaleca się sprawdzenie doświadczalne podatności C_s i C_g na wykonanym prototypowym złączu.

Metoda ta jest szczególnie wskazana przy stosowaniu tzw. cienkościennych panewek, które przy montażu podlegają określonemu naprężeniu wstępnemu.

Przy sprawdzaniu tym korbówód z zamontowanymi przepisowo śrubami korbowodowymi poddawany jest na prasie sile rozciągającej działającej na czopy o średnicach odpowiadających średnicom wału korbowego i wozzika.

W czasie sukcesywnego zwiększania siły rozciągającej aż do momentu rozwarcia złącza lub zaniknięcia naciągu wstępnego mierzy się odkształcenia (rys. 4) naprężonego złącza, a po tym samej śruby. Wykorzystując kąty pochylenia linii odkształceń α i β oblicza się

$$C_s = \operatorname{tg} \alpha; \quad C_g = \operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$



Rys. 4

3.3.2. Obliczanie sił

a) Obliczanie siły zmiennej obciążającej śrubę złącza podatnego P_s

$$P_s = 2P_A = P \cdot \frac{C_s}{C_s + C_g} \quad (5)$$

b) Obliczanie naciągu wstępnego śruby P_w

$$P_w = (0,5 \div 0,8) R_e \cdot S_{\min} \quad (6)$$

gdzie:

R_e - granica sprężystości,

S_{\min} - minimalny przekrój rdzenia śruby,

c) Obliczanie średniej siły w śrubie złącza podatnego P_m

$$P_m = P_w + \frac{P}{2} \cdot \frac{C_s}{C_s + C_g} \quad (7)$$

3.3.3. Obliczanie naprężeń. Uwzględniając postanowienia 4.2, sprawdzeniu podlega przekrój rdzenia gwintu i przekrój najwęższej części cylindrycznej poza gwintem, łącznie z udziałem karbu na przejściach.

Naprężenia oblicza się wg wzorów

a) średnie naprężenie w rdzeniu śruby o przekroju S_r

$$\sigma_{m r} = P_m / S_r \quad (8)$$

b) amplituda naprężeń w rdzeniu śruby o przekroju S_r

$$\sigma_a r = P_A / S_r \quad (9)$$

c) średnie naprężenie w szyjce śruby o przekroju S_{sz}

$$\sigma_{m sz} = P_m / S_{sz} \quad (10)$$

d) amplituda naprężeń w szyjce śruby o przekroju S_{sz}

$$\sigma_a sz = P_A / S_{sz} \quad (11)$$

4. OCENA WYNIKÓW

4.1. Określenie wytrzymałości zmęczeniowych. Wytrzymałości zmęczeniowe należy dobierać wg wykresu zmęczeniowego na rys. 5, który w miarę możliwości powinien odpowiadać wymiarom, materiałowi i wykonaniu śruby obliczanej.

Odnosne materiały w formie zestawień z literatury i doświadczeń eksploatacyjnych powinny być gromadzone w biurach konstrukcyjnych.

Szczególnie dokładnie należy gromadzić dane dotyczące własnych konstrukcji i wykonań.

Jak wynika z doświadczeń remontowych, śruby są niekiedy przeciążane na skutek odstępstw od normalnych warunków pracy, skutkiem czego występują trwałe odkształcenia plastyczne i uszkodzenia.

Obserwacje dotyczące trwałości śrub, wymaganych odkształceń sprężystych przy naciągu wstępnym, zmierzonych po okresie eksploatacji odkształceń plastycznych (dopuszczalne 0,0005 długości ścisku), czasu pracy, zauważonych defektów, powinny być gromadzone w biurach konstrukcyjnych na podstawie metryk włączonych jako zalecenie do dokumentacji techniczno-ruchowej sprzężarek.

Materiały te uzupełnione dokumentacją wykonawczą powinny po pewnym okresie stanowić podstawę do opracowania norm zakładowych normalizujących wykonanie śrub w ramach typoszeregów, z drugiej strony stanowią one najpewniejszą podstawę dla określenia wytrzymałości zmęczeniowej konkretnych wykonań.

W razie braku własnych doświadczeń należy do obliczeń przyjmować dane uzyskane dla próbek normalnych, przy czym dla uproszczenia dopuszcza się założenie, że wytrzymałość zmęczeniowa śrub nie zależy w zakresie stosowanych naciągów od naprężenia wstępnego.

Wytrzymałość zmęczeniową k oblicza się wg wzoru

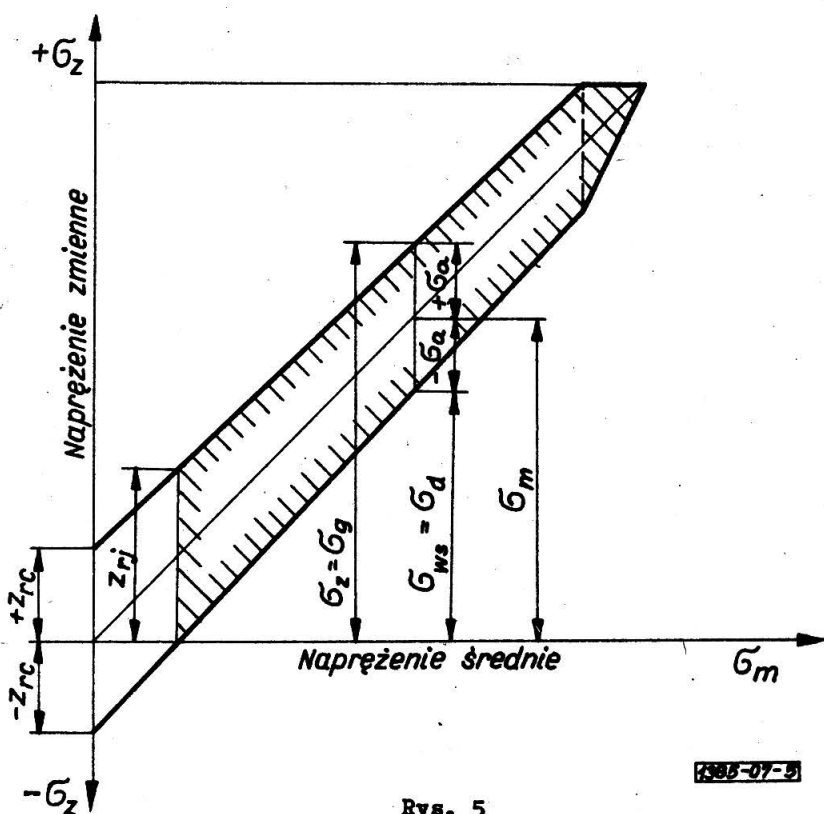
$$k = \frac{k_{\text{próbki}} \cdot \varepsilon}{\beta} \quad (12)$$

w którym:

ε - współczynnik wielkości przedmiotu,
 β - współczynnik działania karbu, $\beta = \beta_k + \beta_p - 1$,
 $\beta_k = 1 + \eta_k (\alpha_k - 1)$

gdzie:

β_p - współczynnik stanu warstwy powierzchniowej,
 η_k - współczynnik wrażliwości na działanie karbu,
 α_k - współczynnik kształtu.



Rys. 5

σ_g - naprężenie górne (granica górna), σ_d - naprężenie dolne (granica dolna), σ_a - amplituda wahań obciążenia, σ_{ws} - naprężenie wstępne, Z_{rc} - wytrzymałość zmęczeniowa

4.2. Określenie wytrzymałości plastycznej. Granica plastyczności gwintu jest często, zwłaszcza dla śrub z gwintem walcowanym, wyższa od wytrzymałości próbki normalnej, niemniej, jeżeli nie ma dokładnych doświadczeń, należy przyjmować granicę plastyczności jak dla próbki normalnej z uwzględnieniem współczynnika wielkości.

Współczynnik ten szczególnie w stosunku do odkuwek bywa zależny od stosowanej technologii przekucia i jednorodności materiału wsadowego, zatem powinien uwzględniać warunki techniczne przez stosowanie górnej lub dolnej wartości podawanej w zaleceniach literatury, lub opierać się na innym materiale doświadczalnym.

4.3. Określenie współczynnika pewności. Zakłada się, że przy prawidłowej konstrukcji sprawdzeniu podlega jedynie gwint i tzw. szyjka. Współczynniki pewności oblicza się porównując naprężenie obliczone w 3.3.3 z wytrzymałościami określonymi w 4.1 i 4.2.

Zaleca się dobierać współczynnik pewności w granicach 1,4 ÷ 1,7.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

Wydanie 4 - stan aktualny: październik 1981 - wprowadzono poprawki zgłoszone przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Budowy urządzeń chemicznych.