

Podstawowe wiadomości o łańcuchach wymiarowych

Zasady arytmetyki wymiarów tolerowanych

Wymiar założony jest to wymiar zadany rysunkiem, który ma być wykonany. Wskutek błędów obróbki wymiar rzeczywisty (wykonany) różni się od założonego, dlatego też wymiary na rysunkach technicznych podawane są zawsze z pewną tolerancją, w której granicach powinny zostać wykonane.

Tolerowanie wykonuje się wg trzech zasad:

- tolerowanie w głąb materiału - tak tolerujemy przeważnie średnice podyktowane dążeniem do zachowania maksymalnej ilości materiału,
- na zewnątrz materiału - wymiary półwyrobów, odkuwek, odlewów,
- tolerowanie dwukierunkowe - w celu oznaczenia położenia osi, odległości między otworami.

Działania arytmetyczne na wymiarach tolerowanych

Dodawanie wymiarów tolerowanych:

$$A_{a_1}^{a_2} + B_{b_1}^{b_2} = X_{x_1}^{x_2}$$

$$X_{\text{nom}} = A + B$$

$$x_1 = a_1 + b_1$$

$$x_2 = a_2 + b_2$$

$$X_{\text{max}} + A + a_2 + B + b_2 = (A + B) + (a_2 + b_2)$$

$$X_{\text{min}} = A + a_1 + B + b_1 = (A + B) + (a_1 + b_1)$$

$$x_2 = X_{\text{max}} - X_{\text{nom}} = a_2 + b_2$$

$$x_1 = X_{\text{nom}} - X_{\text{min}} = a_1 + b_1$$

$$X_{x_1}^{x_2} = (A + B)_{a_1+b_1}^{a_2+b_2}$$

Przykład

$$100_{-0.02}^{+0.03} + 50_{-0.01}^{+0.02} = X_{x_1}^{x_2}$$

$$X = 100 + 50 = 150$$

$$x_1 = -0.02 + (-0.01) = -0.03$$

$$x_2 = 0.03 + 0.02 = 0.05$$

$$X_{x_1}^{x_2} = 150_{-0.03}^{+0.05}$$

Działania arytmetyczne na wymiarach tolerowanych

Odejmowanie wymiarów tolerowanych:

$$A_{a_1}^{a_2} - B_{b_1}^{b_2} = X_{x_1}^{x_2}$$

$$X_{\text{nom}} = A - B$$

$$X_{\text{max}} = (A + a_2) - (B + b_1) = (A - B) + (a_2 - b_1)$$

$$X_{\text{min}} = (A + a_1) - (B + b_2) = (A - B) + (a_1 - b_2)$$

$$x_2 = a_2 - b_1$$

$$x_1 = a_1 - b_2$$

Przy odejmowaniu korzystne jest wykreślenie w równaniu łuków, które wskazują kolejność wykonywania działań

$$A_{a_1}^{a_2} - B_{b_1}^{b_2} = X_{x_1}^{x_2}$$

$a_2 - b_1 = x_2$

$a_1 - b_2 = x_1$

Przykład

$$100_{-0.02}^{+0.03} - 50_{-0.01}^{+0.02} = X_{x_1}^{x_2}$$

$$X = 100 - 50 = 50$$

$$x_1 = -0.02 - 0.02 = -0.04$$

$$x_2 = 0.03 - (-0.01) = 0.04$$

$$X_{x_1}^{x_2} = 50_{-0.04}^{+0.04}$$

Działania arytmetyczne na wymiarach tolerowanych

Odejmowanie wymiarów tolerowanych, gdy wyraz niewiadomy znajduje się po lewej stronie znaku równości:

$$A_{a1}^{a2} - X_{x1}^{x2} = C_{c1}^{c2}$$

Uwaga: Wymiarów tolerowanych nie wolno przenosić na drugą stronę.

Należy rozpisać równanie na trzy równania, wg zasady:

$$a_2 - x_1 = c_2 \rightarrow x_1 = a_2 - c_2$$

$$a_1 - x_2 = c_1 \rightarrow x_2 = a_1 - c_1$$

$$A - X = C \rightarrow X = A - C$$

skąd:

$$X_{x1}^{x2} = (A - C)_{a2-c2}^{a1-c1}$$

Przykład

$$100_{-0.02}^{+0.03} - X_{x1}^{x2} = 50_{-0.04}^{+0.07}$$

$$100 - X = 50 \Rightarrow X = 50$$

$$-0.02 - x_2 = -0.04 \Rightarrow x_2 = 0.02$$

$$0.03 - x_1 = 0.07 \Rightarrow x_1 = -0.04$$

$$X_{x1}^{x2} = 50_{-0.04}^{+0.02}$$

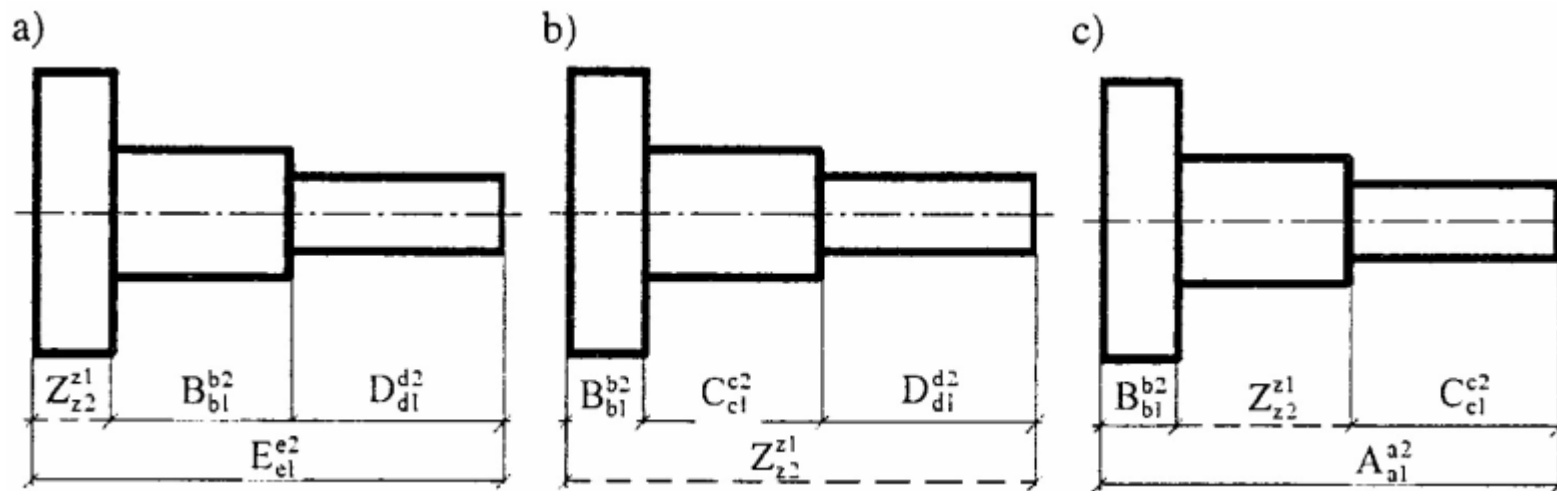
Łańcuch wymiarowy

Wymagana dokładność wykonania poszczególnych części wymaga tolerowania poszczególnych elementów w łańcuchu kinematycznym określającym ich wzajemne położenie. Jest to tzw. łańcuch wymiarowy.

Łańcuch wymiarowy to zamknięty łańcuch wzajemnie związanych wymiarów (ogniw) położonych w określonej kolejności i określających wzajemne położenie powierzchni oraz osi jednej lub kilku części. Każdy łańcuch wymiarowy składa się z ogniw składowych i ogniwa (wymiaru) zamykającego. Wymiarem zamykającym nazywa się ogniwo otrzymane przy budowie łańcucha, jest to wymiar otrzymywany w wyniku obróbki pozostałych wymiarów łańcucha wymiarowego. Mieści się on w granicach wyznaczonych sumą tolerancji ogniw składowych. A zatem, im większa jest liczba ogniw w łańcuchu wymiarowym, tym bardziej wzrasta tolerancja ogniwa zamykającego. Dlatego jako ogniwo zamykające powinien być stosowany element najmniej ważny, o najmniejszej dokładności wykonania. Na rysunkach konstrukcyjnych części maszyn łańcuchy wymiarowe są zawsze niezamknięte, a wymiar ogniwa zamykającego nie jest podawany.

Łańcuch wymiarowy

O tym, które ogniwo jest zamykające, decyduje kolejność obróbki i sposoby pomiaru, czyli technologia wykonania części



Identyfikacja ogniwa zamykającego w zależności od kolejności obróbki powierzchni:

- element cięty na długość E , następnie toczony na długości D i B : wymiarem zamykającym Z jest szerokość kołnierza,
- element toczony na wymiar D oraz C i odcinany z pręta przy nastawieniu przecinaka na wymiar B ; wymiarem zamykającym Z jest długość całkowita,
- element cięty na długość A , toczony na wymiar B , toczony na wymiar C ; wymiar zamykający Z

Łańcuch wymiarowy

Zagadnienia związane z przeliczaniem wymiarów i rozwiązywaniem łańcuchów wymiarowych są dość często spotykane w technologii maszyn. Przy rozwiązywaniu łańcuchów wymiarowych występują trzy rodzaje zadań:

1. Przy znajomości wymiarów nominalnych i odchyłek wszystkich ogniw składowych łańcucha wymiarowego należy znaleźć wymiar nominalny i odchyłki ogniwa zamykającego.
2. Gdy znany jest wymiar nominalny i odchyłki ogniwa zamykającego oraz wszystkich (oprócz jednego) ogniw składowych łańcucha wymiarowego, a należy określić wymiar nominalny i odchyłki tegoż ogniwa.
3. Znany jest wymiar nominalny i tolerancja ogniwa zamykającego, a należy określić tolerancje pozostałych ogniw łańcucha wymiarowego.

Rozwiązywanie zadań pierwszego typu

Rozwiązując zadania typu pierwszego, należy kolejno:

- **zidentyfikować ogniwo zamykające w łańcuchu wymiarowym i oznaczyć odpowiednimi symbolami jego wymiar nominalny oraz odchyłki górną i dolną,**
- **ułożyć równanie, w którym po prawej stronie znaku równości należy umieścić ogniwo zamykające, a po lewej pozostałe ogniwa łańcucha wymiarowego z odpowiednimi znakami: plus przy ogniwach zwiększających, a minus przy ogniwach zmniejszających:**

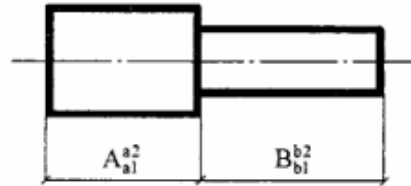
$$\sum_{i=1}^m A_{izw} - \sum_{i=m+1}^{n-1} A_{izm} = A_z$$

gdzie: A_z - ogniwo zamykające, A_i - i -te ogniwo łańcucha wymiarowego, zw - wymiary zwiększające (takie, których zwiększenie spowoduje zwiększenie wymiaru ogniwa zamykającego), zm - wymiary zmniejszające (takie, których zwiększenie spowoduje zmniejszenie ogniwa zamykającego), n - ogólna liczba ogniw w łańcuchu wraz z ogniwnem zamykającym, m - liczba ogniw zwiększających.

- **pogrupować i dodać wyrazy o jednakowym znaku.**
- **wykonać działania zgodnie z wcześniej przedstawionymi regułami**

Rozwiązywanie zadań pierwszego typu

Przykład Należy określić zakres, w jakim może się mieścić długość elementu pokazanego na rys. , przy danych :



Rys. Dane do przykładu

$$A_{a1}^{a2} = 20_{-0,2}^{+0,1} ; B_{b1}^{b2} = 10_{-0,4}^{+0,2}$$

Rozwiązanie: Jest to zadanie typu pierwszego, wymiary nominalne i odchyłki podane są bezpośrednio na rysunku. W łańcuchu wymiarowym występują tylko ogniwa zwiększające. Jeśli poszukiwaną wartość ogniwa zamykającego oznaczamy przez X_{x1}^{x2} , to równanie tegoż łańcucha przedstawia się następująco:

$$A_{a1}^{a2} + B_{b1}^{b2} = X_{x1}^{x2}$$

skąd:

$$A + B = X \Rightarrow X_{nom} = 20 + 10 = 30$$

$$a_1 + b_1 = x_1 \Rightarrow x_1 = -0,2 + (-0,4) = -0,6$$

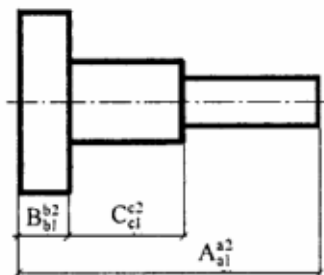
$$a_2 + b_2 = x_2 \Rightarrow x_2 = 0,1 + 0,2 = 0,3$$

Tak więc:

$$\underline{X_{x1}^{x2} = 30_{-0,6}^{+0,3}}$$

Rozwiązywanie zadań pierwszego typu

Przykład Dla przedmiotu przedstawionego na rys. 5.3 określić zakres, w jakim może się mieścić długość czopa o najmniejszej średnicy, gdy:



Rys. Dane do przykładu

$$A_{a1}^{a2} = 70^{+0,1}; \quad B_{b1}^{b2} = 10^{+0,1}_{-0,2}; \quad C_{c1}^{c2} = 30^{+0,3}_{-0,1}$$

Rozwiązanie: Ogniwem zamykającym jest długość czopa o najmniejszej średnicy, a w łańcuchu wymiarowym występują zarówno ogniwa zwiększające, jak i zmniejszające. Oznaczając jako X_{x1}^{x2} poszukiwaną wartość ogniwa zamykającego, można napisać:

$$A_{a1}^{a2} - B_{b1}^{b2} - C_{c1}^{c2} = X_{x1}^{x2}$$

a po pogrupowaniu składników:

$$A_{a1}^{a2} - (B_{b1}^{b2} + C_{c1}^{c2}) = X_{x1}^{x2}$$

skąd:

$$A - (B + C) = X \Rightarrow X_{\text{nom}} = 70 - (10 + 30) = 30$$

$$a_1 - (b_2 + c_2) = x_1 \Rightarrow x_1 = -0,1 - (0,1 + 0,3) = -0,5$$

$$a_2 - (b_1 + c_1) = x_2 \Rightarrow x_2 = 0,1 - [(-0,2) + (-0,1)] = 0,4$$

Tak więc:

$$\underline{X_{x1}^{x2} = 30^{+0,4}_{-0,5}}$$