

Metody montażu w elastycznych systemach produkcyjnych



KTMiP

Contents

1

Metoda zamienności pełnej

2

Metoda zamienności częściowej

3

Metoda selekcyjna

4

Metoda kompensacyjna

Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na strukturę procesu technologicznego montażu jest przyjęta metoda montażu. Na dobór właściwej metody wpływa przyjęty rodzaj zamienności części lub zespołów. Wyróżniamy:

- ➔ **zamiennność pełną** (*metoda zamienności pełnej*)
- ➔ **zamiennność częściową**
- ➔ **zamiennność selekcyjną**
- ➔ **zamiennność konstrukcyjną**
- ➔ **zamiennność technologiczną**

Metoda zamienności pełnej

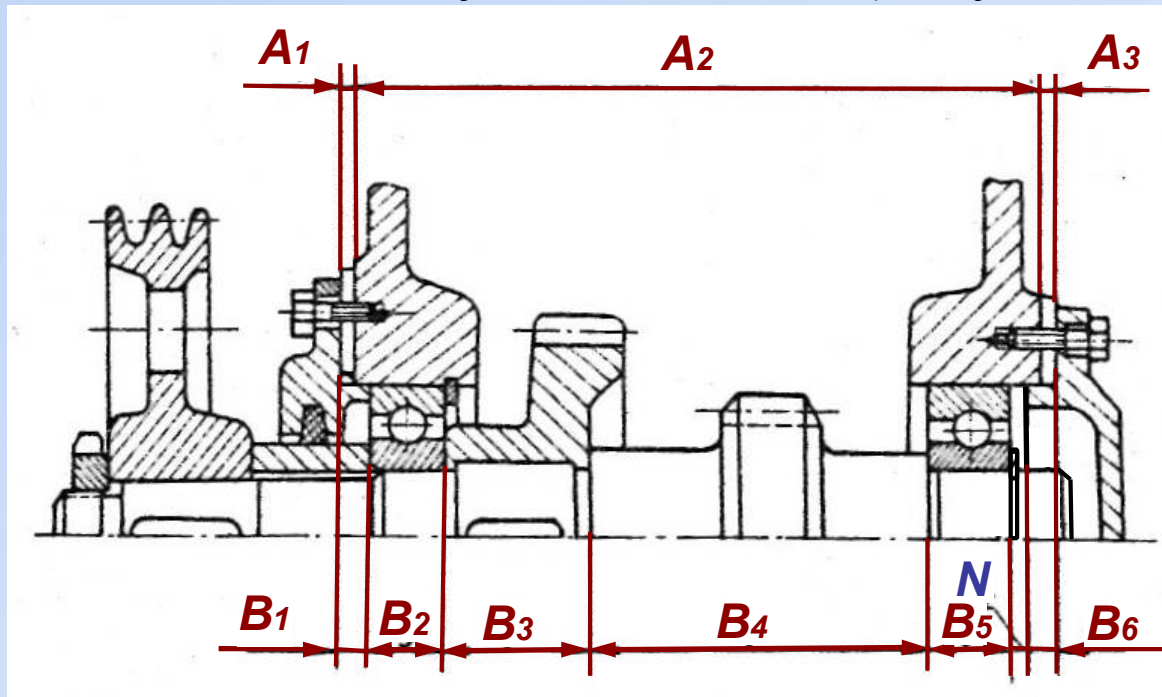


Produkcją o pełnej zamienności nazywamy taką produkcję maszyn i urządzeń, w której montaż sprowadza się do kompletowania gotowych części w zespoły bądź w całe maszyny bez jakiegokolwiek obróbki lub dobierania części czy zespołów.

Opierając się na analizie wymiarowej można stwierdzić, że w produkcji o pełnej zamienności przy łączeniu jednostek montażowych, wybranych dowolnie ze zbiorowiska przedmiotów wykonanych wg określonych tolerancji, w każdym przypadku uzyskuje się tę samą wielkość ogniwa zamykającego łańcucha wymiarowego, bez jakiegokolwiek obróbki (dopasowywania).

Obliczanie tolerancji wymiaru wypadkowego

Warunki konstrukcyjne analizowanej konstrukcji narzucają wybór ogniwa zamykającego w łańcuchu. W ten sposób ustalone równanie łańcucha wymiarowego daje nam zależność na tolerancję ogniwa zamykającego:



$$N = A_1 + A_2 + A_3 - B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - B_6$$

Metoda jednakowej tolerancji



Metoda jednakowej tolerancji polega na obliczeniu tolerancji ogniw składowych łańcucha przy założeniu, że tolerancje wszystkich ogniw składowych są sobie równe:

Dla łańcucha równoległego:

$$T_N = \sum_{(i)} T_i$$

Dla łańcucha nierównoległego:

$$T_N = \sum_{(i)} \left| \frac{\delta N}{\delta A_i} \right| T_i + \sum_{(i)} \left| \frac{\delta N}{\delta B_i} \right| T_i$$

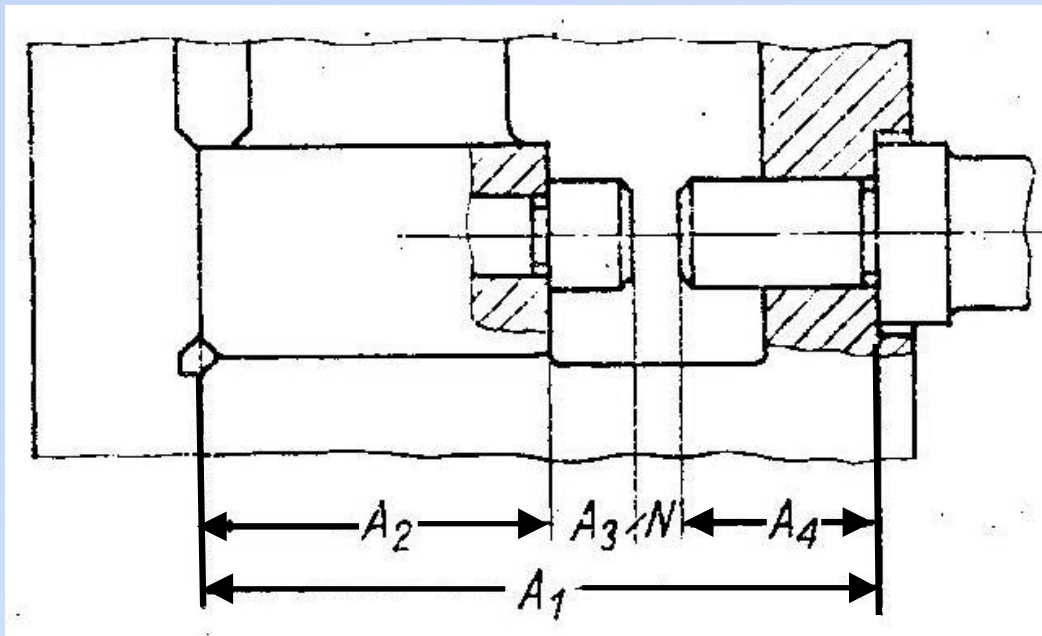
T_{Ai} - tolerancja i-tego ogniwa składowego zwiększającego,
 T_{Bi} - tolerancja i-tego ogniwa składowego zmniejszającego,

Metoda zamienności pełnej

Przykład

Obliczyć tolerancje ogniów składowych w zespole, przy zachowaniu żądanej tolerancji wymiaru wypadkowego

$$T_N = 0.1$$



$$A_1 = 90$$

$$A_2 = 50$$

$$A_3 = 10$$

$$A_4 = 25_{-0.02}$$

Metoda zamienności pełnej



Zalety:

- **prosty przebieg procesu technologicznego** *brak operacji zawierających wiele czynności przygotowawczych do montażu (jak np. dopasowywanie, dobór jednostek montażowych itp.)*
- **mniejsza pracochłonności procesu montażu** *w stosunku do metod stosowanych przy niepełnej zamienności*
- **łatwość zastąpienia części zużytych lub uszkodzonych w mechanizmie częściami wymiennymi (zapasowymi).**

Wady:

- **wysoki koszt produkcji poszczególnych elementów**

Metoda zamienności pełnej



Zalety:

- nie występują zakłócenia montażu,
- można zapewnić duży stopień automatyzacji *PTM*,
- duża wydajność i niezawodność urządzeń montażowych

Wady:

- wymaga dużej stabilności parametrów geometrycznych i fizyko-mechanicznych części dochodzących do montażu,

Metoda zamienności częściowej

Metoda zamienności częściowej lub niepełnej opiera się na założeniu, że równoczesne wystąpienie niekorzystnych granicznych wartości występuje rzadko w wieloczynowych łańcuchach wymiarowych. Posługując się zasadami prawdopodobieństwa rozkładu wymiarów tolerancje T_i niektórych ogniw, wyznaczone z równania:

$$T_N < \sum_{i=1}^{m-1} T_i$$

rozszerzamy w taki sposób, aby liczba wadliwych zespołów nie przekroczyła pewnego ustalonego procentu, najczęściej 0.1 – 0.27%.

Metoda zamienności częściowej

Aby obliczyć prawdopodobną tolerancję sumy **T_N** wg metody zamienności częściowej, posługujemy się równaniem

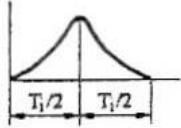
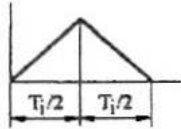
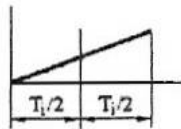
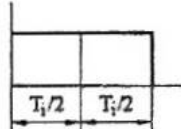
$$T_N = t \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} (c_i T_{A_i})^2}$$

gdzie: **t** – współczynnik ryzyka, **c_i** – współczynnik rozproszenia

Tabela 22.1. Współczynnik ryzyka *t* w zależności od liczby braków [74]

Współczynnik ryzyka <i>t</i>	Udział odpadów %
3,89	0,01
3,29	0,1
3,0	0,27
2,58	1,0
2,0	4,55
1,65	10,0

Metoda zamienności częściowej

Krzywa rozkładu	Wykres	Ci
Rozkład Gaussa		0.333
Rozkład Simpsona		0.408
Rozkład równomiernie rosnący		0.477
Prawo prawdopodobieństwa równomiernego rozkładu		0.577

Metoda zamienności częściowej



Zalety:

- **możliwość rozszerzenia tolerancji obróbkowych do ekonomicznych** co daje zysk, który powinien być jednak większy od nakładów na poprawę niewielkiej liczby wadliwych wyrobów (i ewentualnie usuwanie usterek UM i narzędzi montażowych).

Wady:

- **okresowe naruszenie stabilności procesu montażu** przejawiające się pojawieniem braków,
- **występowanie awarii narzędzi i organów roboczych,**
- **konieczność stosowania urządzeń i przyrządów nadzorujących** (kontrolne, sortujące, blokujące, kompletujące).

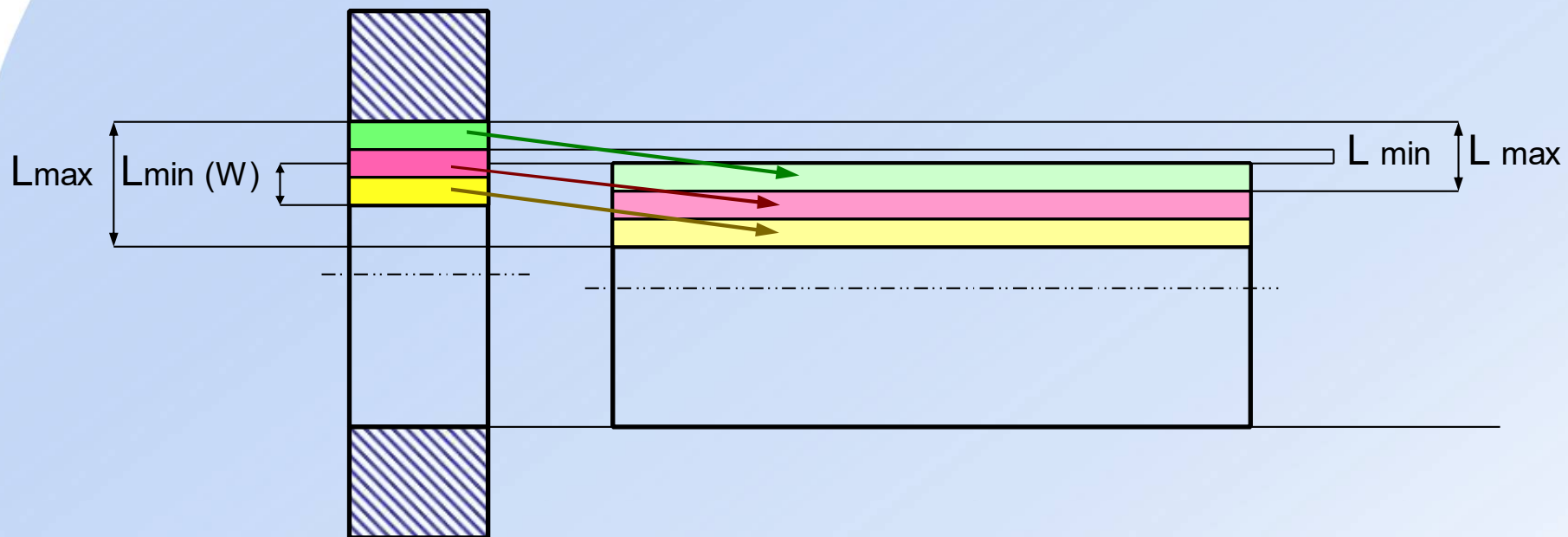
Metoda selekcyjna

Metoda selekcyjna polega na tym, że przed rozpoczęciem właściwego montażu cała partia części maszyn lub innych jednostek montażowych) zostaje zmierzona następnie podzielona na grupy w ten sposób, że w każdej z nich są jednostki, których wymiary graniczne zawierają część pola tolerancji wykonania.

Jeżeli całą partię jednostek montowanych, dla których ogniwo zamykające łańcucha wymiarowego jest równe T_z podzielimy na n grup, to tolerancja ogniwa zamykającego w danej grupie T_{gr} będzie wynosić:

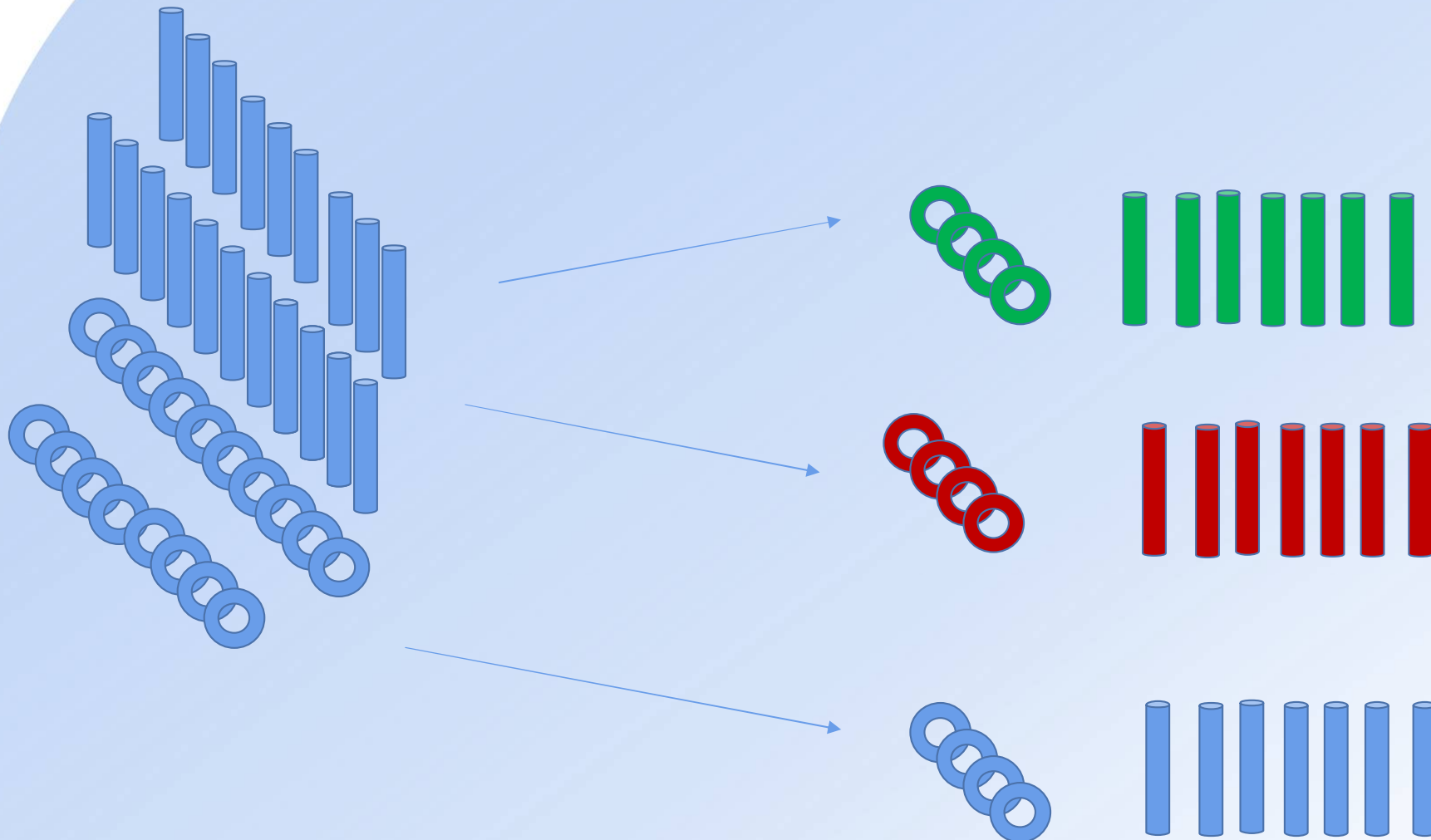
$$T_{gr} = \frac{T_z}{n}$$

Metoda selekcyjna – przy jednakowych tolerancjach jednostek



$$L_{max} - L_{min} = T_p = T_w + T_o$$

Metoda selekcyjna

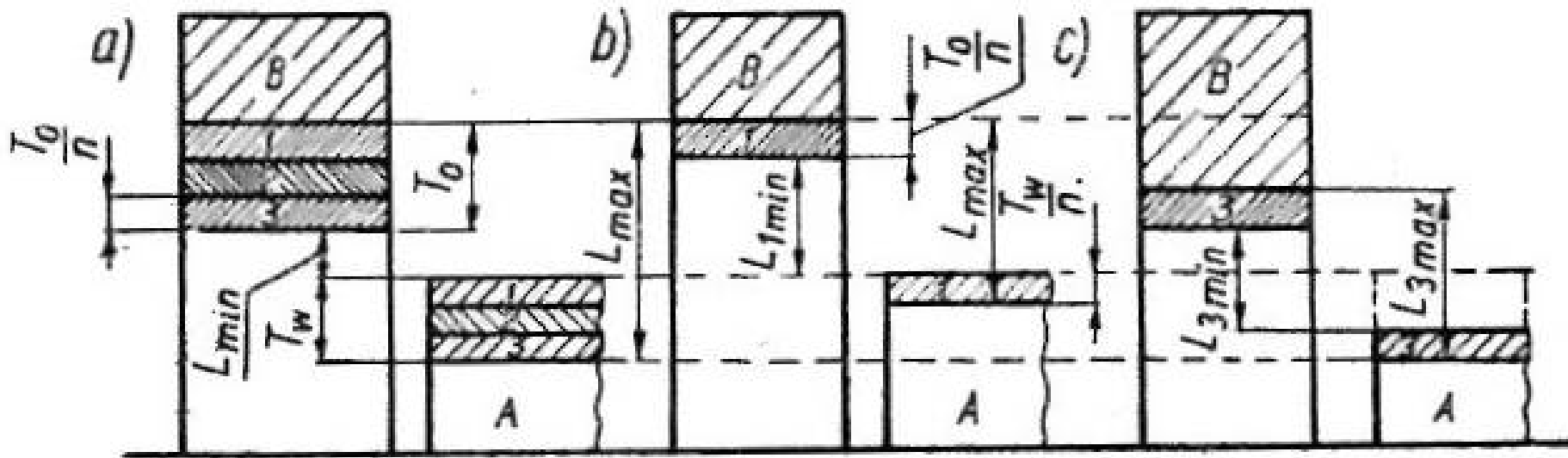


Metoda selekcyjna

Przy kojarzeniu wałka z otworem z zastosowaniem selekcji wymiarów uzyskujemy mniejszą tolerancję grupową zarówno w pasowaniu ciasnym, luźnym jak i mieszanym. We wszystkich trzech pasowaniach można wyróżnić dwa ogólne przypadki dotyczące tolerancji wykonywanej partii otworów i wałków a mianowicie:

- ➔ gdy tolerancja otworu T_o i tolerancja wałka T_w są sobie równe, czyli $T_o = T_w$
- ➔ gdy tolerancja otworu T_o i tolerancja wałka T_w w wykonywanych partiach nie są sobie równe, czyli $T_o \neq T_w$

Metoda selekcyjna – przy jednakowych tolerancjach jednostek



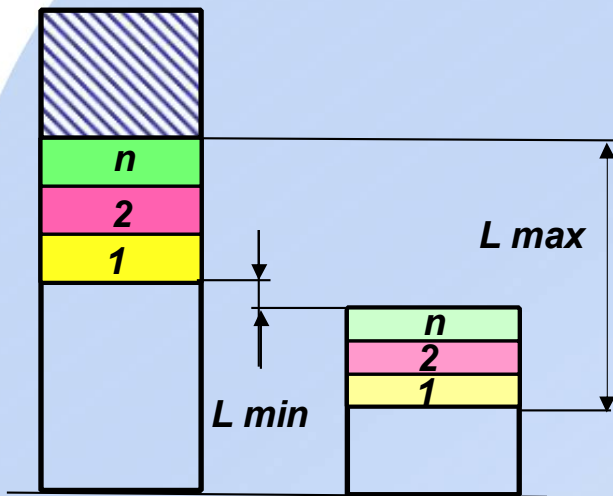
Rys. 1. Schemat montażu selekcyjnego w przypadku, gdy $T_0 = T_w$

$$L_{k \min} = L_{\min} + \frac{T_p}{n} = \text{const}$$

$$T_{pk} = L_{k \max} - L_{k \min} = \frac{T_p}{n}$$

$$L_{k \max} = L_{\min} + \frac{2T_p}{n}$$

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$



W pasowaniu luźnym graniczne luzy w poszczególnych grupach selekcyjnych będą wynosić:

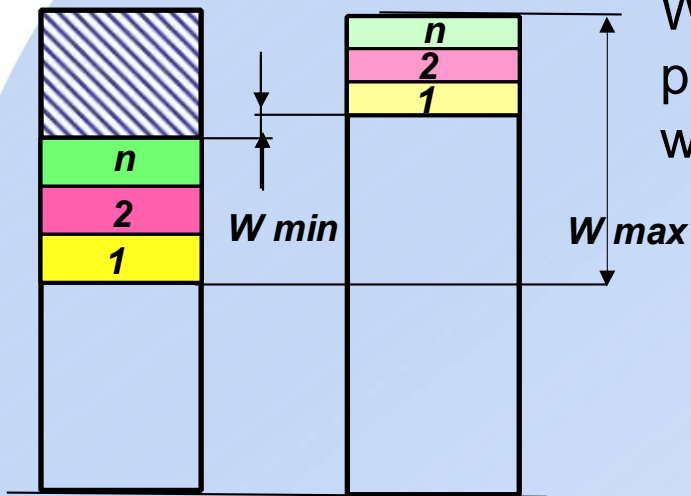
$$L_{i\min} = L_{\min} + (i-1)\frac{T_o}{n} + (n-i)\frac{T_w}{n}$$

$$L_{i\max} = L_{\min} + i\frac{T_o}{n} + (n-i+1)\frac{T_w}{n}$$

Luzy graniczne w tym przypadku są wielkościami zmiennymi zależnie od numeru grupy selekcyjnej:

- przy kojarzeniu wałków i otworów, gdy $T_o > T_w$, im dalej położona grupa selekcyjna tym większe są luzy
- tolerancja pasowania w poszczególnych grupach jest stała

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$



W pasowaniu ciasnym graniczne luzy w poszczególnych grupach selekcyjnych będą wynosić:

$$W_{i_{\min}} = (i-1) \frac{T_o}{n} - ei - i \frac{T_w}{n}$$

$$W_{i_{\max}} = i \frac{T_o}{n} - ei - (i-1) \frac{T_w}{n}$$

Wciski graniczne w tym przypadku są wielkościami zmiennymi zależnie od numeru grupy selekcyjnej:

- przy kojarzeniu wałków i otworów, gdy $T_o > T_w$, im dalej położona grupa selekcyjna tym większe wciski maleją
- tolerancja pasowania w poszczególnych grupach jest stała

Metoda selekcyjna – $T_o > T_w$

Przykład:

W pasowaniu luźnym $\Phi 50H7/h6$ dokonano selekcji w 3 grupach. Obliczyć nowe rozszerzone tolerancje i odchyłki dla obu kojarzonych części spełniając warunek, że luz maksymalny po selekcji jest równy luzowi maksymalnemu wynikającemu z pasowania.

Położenie i wielkości tolerancji

$$\Phi 50H7 = \Phi 50^{+0.030}$$

$$\Phi 50h6 = \Phi 50_{-0.019}$$

Cechy charakterystyczne montażu selekcyjnego



Wpływ ilości grup selekcyjnych na dokładność pasowania

Przykład

*Dane: połączenie suwliwe (H/h), $T_o = 90\mu\text{m}$, $T_w = 60\mu\text{m}$,
 $L_{\min} = 0$, $L_{\max} = 90 + 60 = 150\mu\text{m}$*

Liczba grup	$\frac{T_o'}{T_w'} = \frac{T_o}{T_w}$	Wartość tolerancji μm		Zwiększenie tolerancji %
		T_o'	T_w'	
3	1.5	123	82	37
10		141	94	57
100		149	99.5	66

Cechy charakterystyczne montażu selekcyjnego

