

Selekcyjna metoda montażu

Wprowadzenie

Metoda selekcyjna polega na tym, że przed rozpoczęciem właściwego montażu cała partia części maszyn zostaje zmierzona a 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:

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

Przy kojarzeniu wałka z tulejką 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 To i tolerancja wałka Tw są sobie równe, czyli $To = Tw$
- ➡ gdy tolerancja otworu To i tolerancja wałka Tw w wykonywanych partiach nie są sobie równe, czyli $To \neq Tw$

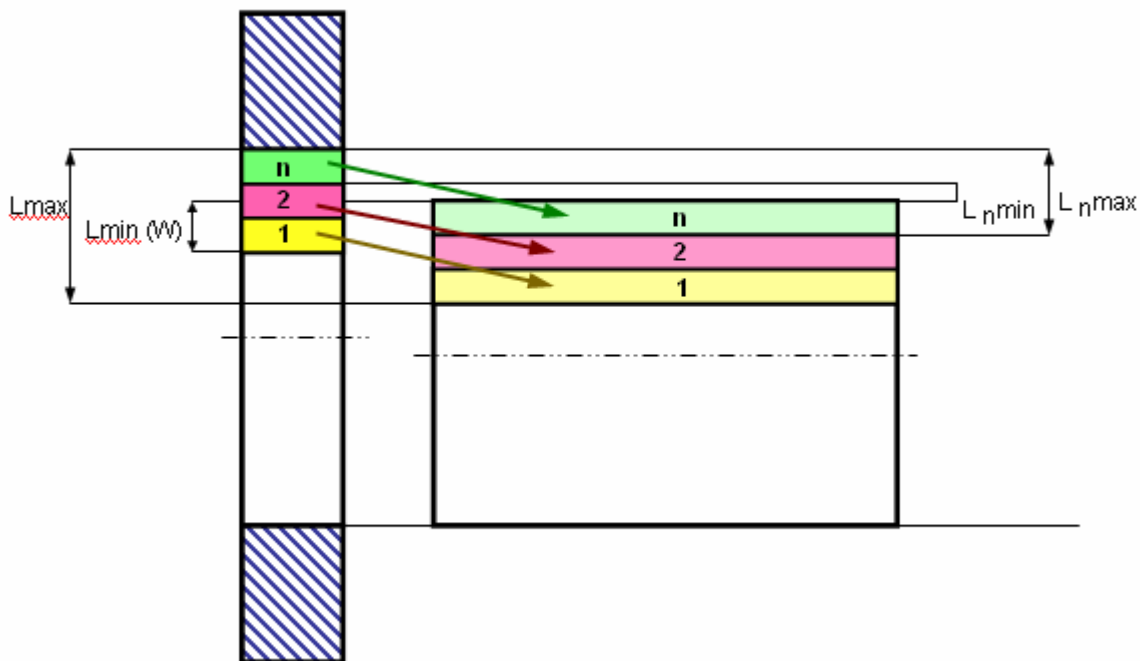
Przypadek pierwszy, a więc sytuacja gdy tolerancja otworu To i tolerancja wałka Tw są sobie równe jest znacznie prostsza i właśnie ona będzie przedmiotem naszych zajęć.

Przebieg ćwiczenia

Na potrzeby zajęć wykonano 60 sztuk tulejek i wałków o następujących wymiarach (rys. 1):

- tulejki: $\Phi 11.5^{+0.5}_{-0.5}$
- wałki $\Phi 11.3^{+0.5}_{-0.5}$

Połączenie takie można scharakteryzować dwoma parametrami: luzem maksymalnym L_{max} i minimalnym L_{min} . Z analizy rysunku 1 wynika, że luz maksymalny $L_{max} = 12mm$, natomiast luz minimalny $L_{min} = -0.8mm$ jest ujemny. W związku z tym część jednostek będzie można połączyć a część nie, ponieważ będziemy mieli do czynienia z wciskiem. Do rozwiązania tego problemu można wykorzystać selekcyjną metodę montażu.



Rys. 1. Selekcyjna metoda montażu

Selekcyjna metoda montażu jest metodą pracochłonną wymagającą przeprowadzenia dużej ilości pomiarów. W celu uproszczenia procesu pomiarów zarówno tulejek jak i wałków na potrzeby ćwiczenia zostały wykonane z dużą tolerancją wykonania $T = 1mm$. Dało to możliwość wykorzystania do pomiarów suwmiarki elektronicznej. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Zadania do wykonania:

1. Wyznaczyć prawdopodobieństwo połączenia części tzn. prawdopodobieństwo zdarzenia, że wartość luzu jest większa od zera $P(L > 0)$
2. Wyznaczyć minimalną liczbę grup selekcyjnych n , tak aby luz minimalny w dowolnej grupie selekcyjnej był większy lub równy zero $L_{imin} \geq 0$
3. Wyznaczyć luzy minimalne L_{imin} i maksymalne L_{imax} w każdej z grup selekcyjnych
4. Porównać rzeczywistą i teoretyczną liczbę części w grupach selekcyjnych.

Zadanie 1

W celu wyznaczenia prawdopodobieństwa połączenia części należy wyznaczyć rozkład prawdopodobieństwa luzu połączenia. Luz połączenia jest różnicą między średnicą tulejki D a średnicą wałka d

$$L = D - d$$

Z poprzednich zajęć wiecie już państwo, że zarówno średnica tulejki D jak i wałka d ze względu na występowanie błędów przypadkowych w procesie wytwarzania podlegają rozkładowi normalnemu (Gausa). Rozkład Gaussa można opisać dwoma parametrami: wartością średnią i odchyleniem standardowym. W przypadku tulejki rozkład ten ma następujące parametry:

$$D = N(\bar{x}_D, \sigma_D) = N(11.5 ; 0,16)$$

Natomiast w przypadku wałków:

$$d = N(\bar{x}_d, \sigma_d) = N(11.3 ; 0,16)$$

Aby wyznaczyć rozkład luzów połączenia należy wyznaczyć różnicę rozkładów zmiennych losowych tulejki i wałka. Wynikowy rozkład jest również rozkładem normalnym o parametrach:

$$L = N(\bar{x}_D - \bar{x}_d, \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2}) = N(0.2 ; 0,226)$$

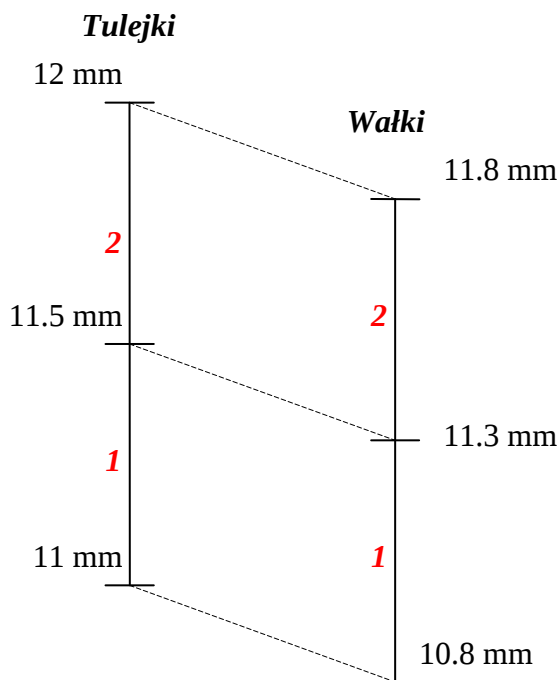
W celu wyznaczenia prawdopodobieństwa części, tzn. prawdopodobieństwo zdarzenia, że luz jest większy lub równy od zera $P(L \geq 0)$ należy wyznaczyć całkę:

$$P(L \geq 0) = \int_0^{\infty} f(x) dx = 0,7995$$

Zatem prawdopodobieństwo połączenia części wynosi 0,7995, oznacza to że około 20% jednostek montażowych nie będzie można połączyć. W rozważanym przypadku uzasadnione jest zatem zastosowanie selekcyjnej metody montażu.

Uwagi do zadania 2 i 3

Analizę doboru ilości grup selekcyjnych należy prowadzić stopniowo. Załóżmy, że przyjmujemy montaż w dwóch grupach selekcyjnych. Aby określić luz minimalny i maksymalny w każdej z grup korzystnie jest przedstawić tolerancję części w dużym powiększeniu (rys. 2)



Rys. 2. Montaż z zastosowaniem 2 grup selekcyjnych

Rozważmy luz minimalny i maksymalny w pierwszej grupie selekcyjnej. Luz minimalny wynosi:

$$L_{1\max} = 11.5 - 10.8 = 0.7\text{mm}$$

Luz minimalny:

$$L_{1\min} = 11 - 11.3 = -0.3\text{mm}$$

Wynika z tego, że część jednostek w obrębie grupy selekcyjnej nie ulegnie połączeniu, ponieważ luz minimalny jest mniejszy od zera. W taki sam sposób należy sprawdzić możliwość zastosowania większej liczby grup selekcyjnych 2, 3 itd. Interesuje nas taki przypadek w którym luz minimalny jest co najmniej równy zeru.

Uwagi do zadania 4

W pierwszej kolejności należy wyznaczyć teoretyczną liczbę części w grupach selekcyjnych. W tym celu należy wyznaczyć prawdopodobieństwo zdarzenia, że części znajdą się wewnątrz rozpatrywanej grupy selekcyjnej. W rozpatrywanym przykładzie założyliśmy że będą 2 grupy selekcyjne. W przypadku tulejek do pierwszej grupy selekcyjnej będą należały części w zakresie wymiarów 11-11.5 mm a do drugiej od 11.5mm do 12mm. Prawdopodobieństwo zdarzenia że tulejki będą miały wymiary od 11.5 do 12mm, a więc będą należały do 2 grupy selekcyjnej można wyznaczyć w znany sposób dokonując całkowania funkcji gęstości w tych granicach, lub poprzez standaryzowanie zmiennej losowej (do rozkładu $N(0,1)$).

Prawdopodobieństwo wystąpienia części w 2 grupie selekcyjnej wynosi:

$$P(11.5 < x \leq 12) = P\left(\frac{11.5 - \bar{x}_D}{\sigma_D} < X \leq \frac{12 - \bar{x}_D}{\sigma_D}\right) = P\left(\frac{11.5 - 11.5}{0.167} < X \leq \frac{12 - 11.5}{0.167}\right) =$$
$$P(0 < x \leq 2.99) = \Phi[2.99] - \Phi[0] = 0.9986 - 0.5000 = 0.498 \approx 0.5$$

Gdzie: $\Phi[2.99]$, $\Phi[0]$ - to wartości dystrybuanty standaryzowanego rozkładu normalnego odczytane z tablicy (w przesłanych materiałach)

Wszystkich tulejek było 60, zatem

$$60 \cdot 0.5 = 30$$

W związku z tym teoretyczna liczba części w 2 grupie selekcyjnej wynosi 30 sztuk.

W ten sposób dla ustalonej liczby grup selekcyjnych (w poprzednich zadaniach) należy wyznaczyć teoretyczną liczbę części w grupach a następnie policzyć ile tulejek podanych w tabeli 1 rzeczywiście mieści się w zakresie wymiarów odpowiadającej danej grupie selekcyjnej.

Uwaga: Teoretyczna liczba części zarówno dla tulejek jak i wałków jest taka sama, ponieważ rozkłady mają taką samą wartość odchylenia standardowego. Wystarczy zatem zrobić obliczenia tylko dla tulejek, lub wałków.

Sprawozdanie powinno zawierać:

- krótki wstęp teoretyczny – z przesłanych materiałów.
- schemat pasowania – rysunek 1 – z przesłanych materiałów
- wyniki pomiarów – podane w tabeli 1 i 2
- obliczenia i ewentualne rysunki do poszczególnych zadań (zadanie 1 macie Państwo rozwiązane, należy je tylko przepisać)
- wnioski (dotyczące pracochłonności metody, wartości luzów minimalnych i maksymalnych w każdej grupie selekcyjnej, zgodności teoretycznej i rzeczywistej ilości części w grupach selekcyjnych)

Tabela 1. Wyniki pomiarów średnic tulejek

Lp.	Średnica tulejki		Lp.	Średnica tulejki
1	11,76		31	11,56
2	11,63		32	11,21
3	11,56		33	11,45
4	11,34		34	11,92
5	11,60		35	11,38
6	11,52		36	11,07
7	11,06		37	11,44
8	11,57		38	11,48
9	11,63		39	11,14
10	11,25		40	11,22
11	11,35		41	11,55
12	11,46		42	11,28
13	11,38		43	11,31
14	11,36		44	11,29
15	11,46		45	11,35
16	11,58		46	11,24
17	11,60		47	11,00
18	11,71		48	11,55
19	11,55		49	11,24
20	11,17		40	11,28
21	11,82		51	11,40
22	11,24		52	11,03
23	11,72		53	11,58
24	11,00		54	11,13
25	11,02		55	11,60
26	11,60		56	11,25
27	11,65		57	11,22
28	11,00		58	11,57
29	11,03		59	11,47
30	11,20		60	11,53

Tabela 1. Wyniki pomiarów średnic wałków

Lp.	Średnica wałka		Lp.	Średnica wałka
1	11,15		31	11,06
2	11,17		32	11,14
3	11,45		33	11,48
4	11,39		34	11,64
5	11,46		35	11,35
6	11,30		36	11,30
7	11,03		37	10,95
8	11,08		38	11,02
9	11,28		39	11,15
10	11,04		40	11,57
11	11,08		41	11,52
12	11,06		42	11,57
13	11,24		43	11,33
14	11,03		44	11,30
15	11,15		45	10,93
16	11,25		46	11,27
17	11,69		47	11,09
18	11,31		48	11,24
19	11,30		49	11,51
20	10,94		40	11,29
21	11,02		51	11,14
22	11,04		52	11,22
23	11,61		53	11,46
24	11,12		54	11,27
25	11,36		55	11,57
26	11,40		56	11,53
27	11,20		57	11,35
28	11,33		58	11,46
29	11,27		59	11,03
30	11,14		60	11,22