



RYSUNEK TECHNICZNY

Tolerowanie wymiarów oraz kształtu i położenia. Chropowatość powierzchni.

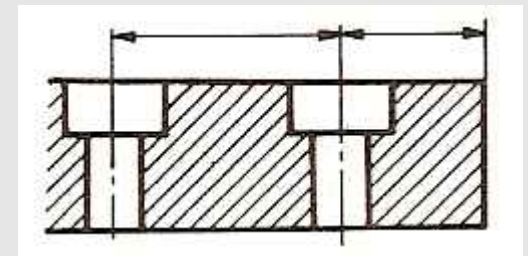
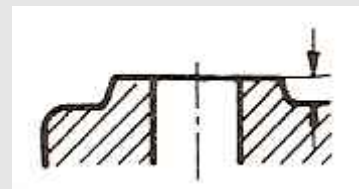
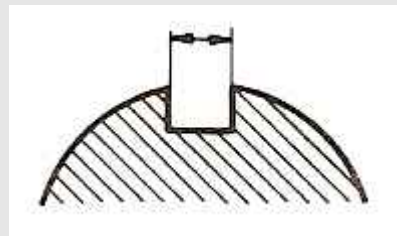
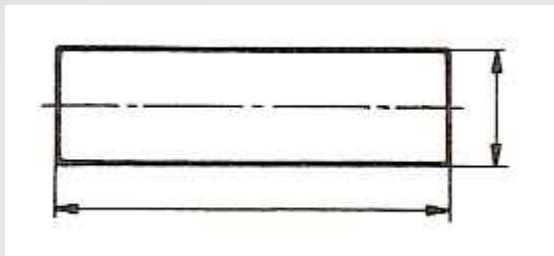
Sobieski Wojciech

Olsztyn, 2008

Pojęcia podstawowe

Wymiar nominalny – jest to wymiar przedmiotu, względem którego odnosi się **odchyłki**. Wymiar nominalny i odchyłki wyznaczają zakres, w którym powinny zawierać się rzeczywiste wymiary przedmiotów. Rozróżnia się:

- **wymiary zewnętrzne**, np.: długość, szerokość, wysokość, średnica wałka, grubość ścianki itd.
- **wymiary wewnętrzne**, np.: średnica otworu, szerokość rowka itd.
- **wymiary mieszane**, np.: głębokość rowka, wysokość nadlewka itd.
- **wymiary pośrednie** (których nie można zmierzyć bezpośrednio), np.: rozstawienie otworów, odległość osi otworu od krawędzi itp.



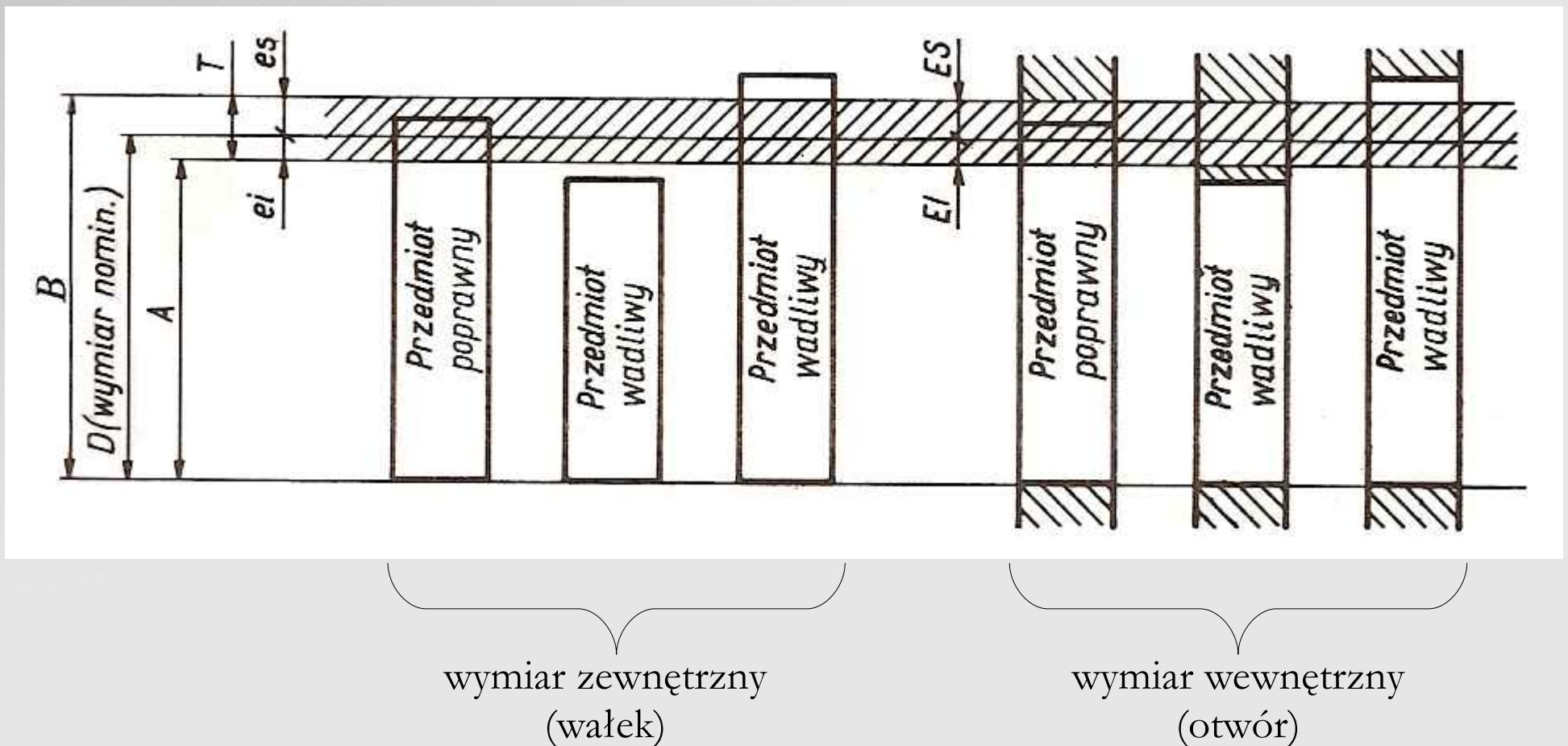
Pojęcia podstawowe

Ze względu na żadaną dokładność wykonania wymiary dzieli się na:

- **swobodne** – takie, których rzeczywista wartość nie ogrywa większej roli; dla wymiarów takich nie podaje się tolerancji
- **tolerowane** – takie, których rzeczywista wartość musi się zawierać w pewnych granicach
- **teoretyczne** – takie, dla których nie przewiduje się żadnych odchylek (są to zwykle wymiary potrzebne do obliczania wymiarów narzędzi, sprawdzianów lub uchwytów)

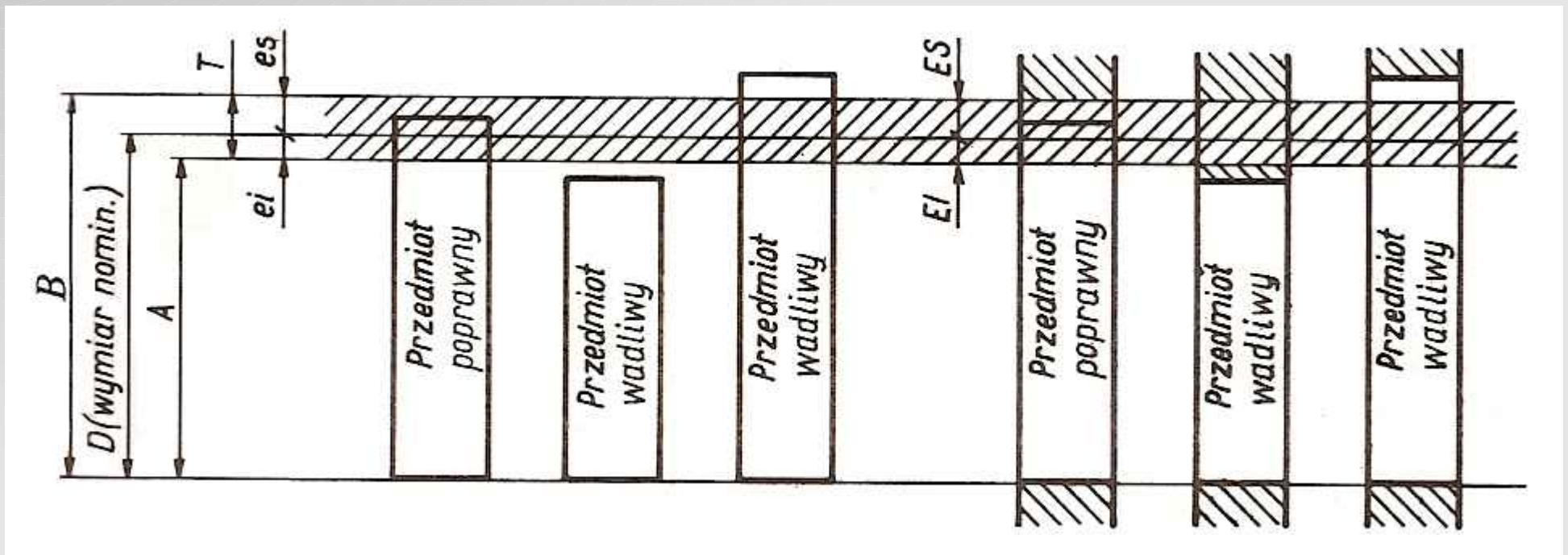
Tolerancja

Tolerancja T – jest to różnica między wymiarem górnym **B** a wymiarem dolnym **A**. Tolerancja jest zawsze dodatnia.



Odchyłki górne i dolne

Odchyłka górna (**ES** – dla wymiaru wewnętrznego, **es** – dla wymiaru zewnętrznego) – różnica między wymiarem górnym **B** i wymiarem nominalnym **D**.



$$A = D + EI$$
$$B = D + ES$$

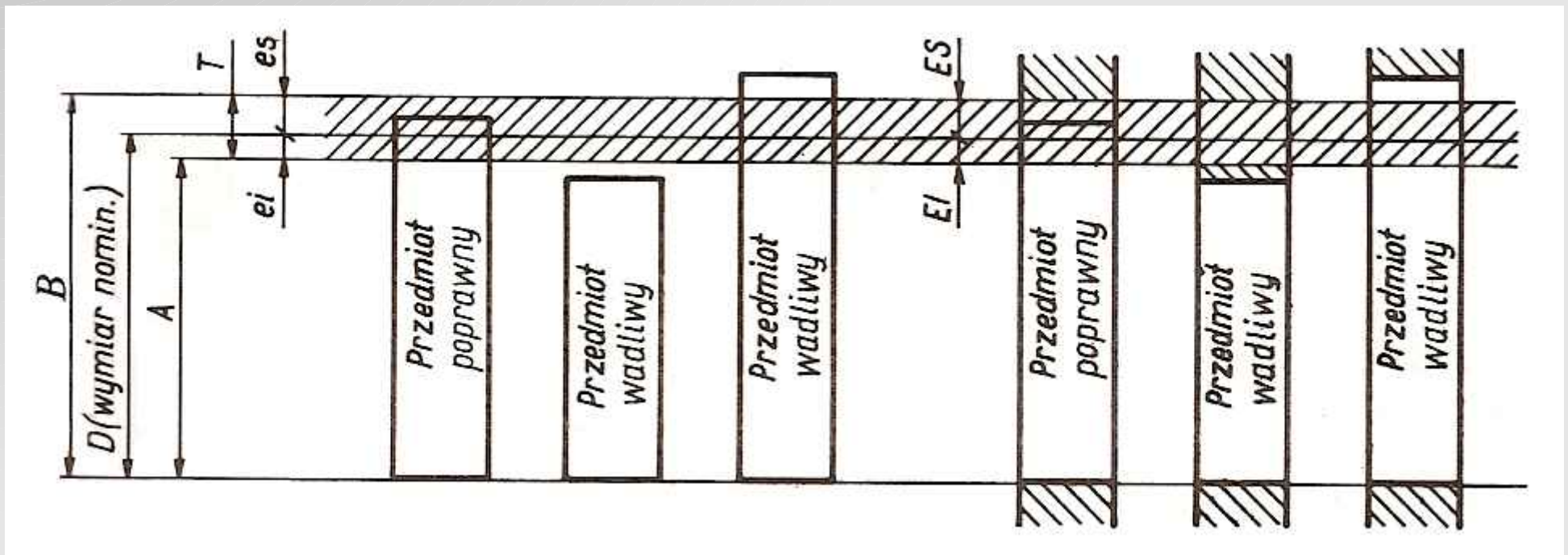
$$A = D + ei$$
$$B = D + es$$

$$T = B - A$$

$$T = ES + EI$$
$$T = es + ei$$

Odchyłki górne i dolne

Odchyłka dolna (EI – dla wymiaru wewnętrznego, ei – dla wymiaru zewnętrznego) – różnica między wymiarem górnym A i wymiarem nominalnym D .



$$A = D + EI$$
$$B = D + ES$$

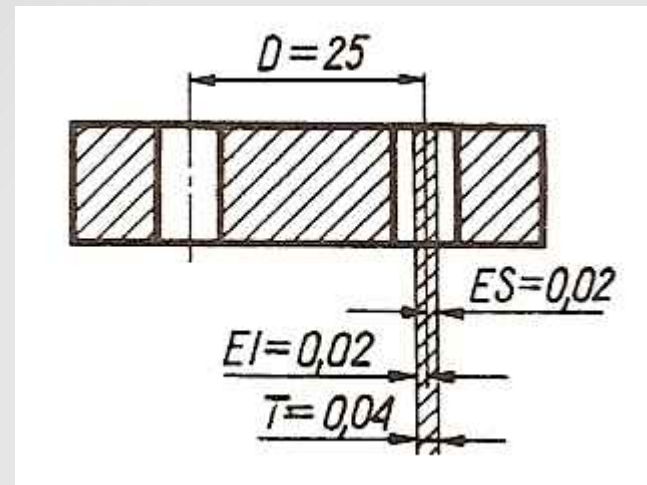
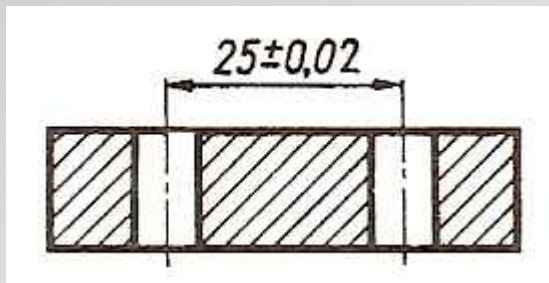
$$A = D + ei$$
$$B = D + es$$

$$T = B - A$$

$$T = ES + EI$$
$$T = es + ei$$

Pole tolerancji

Pole tolerancji – obszar zawarty pomiędzy wymiarami granicznymi.



Pole tolerancji

Pole tolerancji oznacza się poprzez podanie wymiaru nominalnego, za którym zawiera się odchyłki – górną, w postaci indeksu górnego, i dolną – w postaci indeksu dolnego, np.:

$$25^{+0,02}_{-0,05}$$

Jeżeli odchyłka wynosi zero, nie pisze się znaku, np.:

$$\phi 10_0^{+0,05}$$

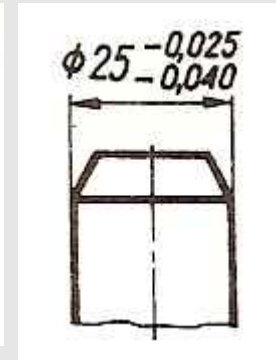
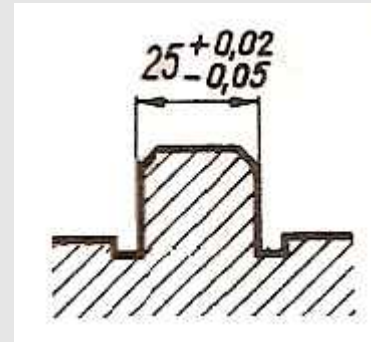
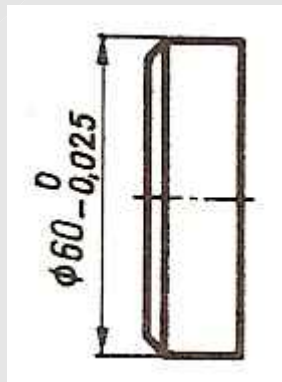
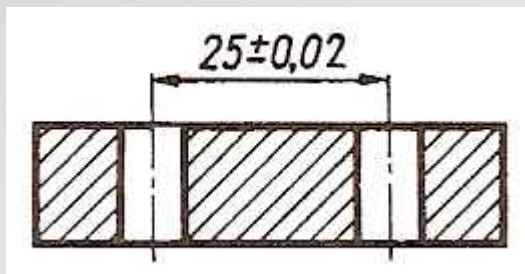
Jeżeli odchyłki różnią się tylko znakiem, mogą być zapisane bez użycia indeksów, np.:

$$5 \pm 0,02$$

Położenie pola tolerancji

Tolerowanie może być:

- **symetryczne** – gdy wartości odchyłek są jednakowe a różne są znaki
- **asymetryczne** – gdy jedna z odchyłek równa się zeru
- **asymetryczne dwustronne** – gdy wartości i znaki odchyłek są różne
- **jednostronne** – gdy obie odchyłki mają jednakowe znaki

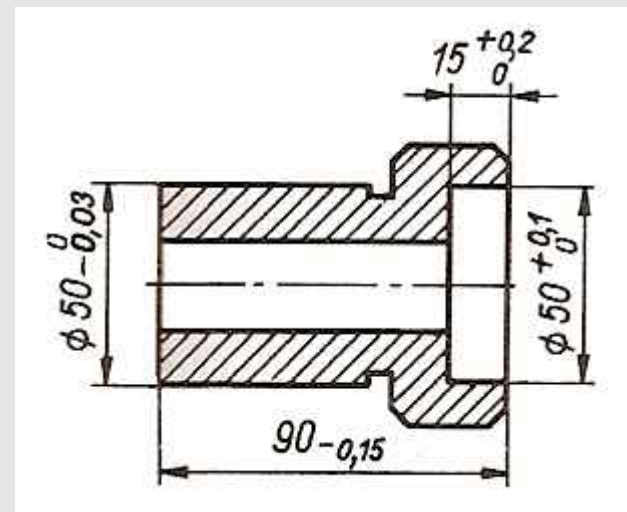


Tolerowanie w głąb i na zewnątrz

Tolerowanie w głąb materiału – tolerowanie asymetryczne, przy którym odchyłka dopuszcza tylko zmniejszenie ilości materiału.

Cechy:

- wymiar nominalny określa największą objętość przedmiotu
- odchyłki wymiarów zewnętrznych są ujemne
- odchyłki wymiarów wewnętrznych (i części wymiarów mieszanych) są dodatnie

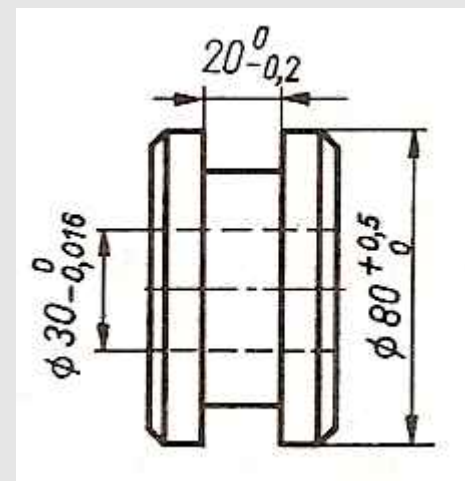


Tolerowanie w głąb i na zewnątrz

Tolerowanie na zewnątrz materiału – tolerowanie asymetryczne, przy którym odchyłka dopuszcza tylko zwiększenie ilości materiału.

Cechy:

- wymiar nominalny określa najmniejszą objętość przedmiotu
- odchyłki wymiarów zewnętrznych są dodatnie
- odchyłki wymiarów wewnętrznych (i części wymiarów mieszanych) są ujemne



Przeliczanie tolerancji

Każdy wymiar stolerowany w jeden sposób można przekształcić w równoważny mu:

- wymiar stolerowany w głąb materiału – wówczas za wymiar nominalny przyjmuje się wymiar **B** (dla wymiaru zewnętrznego) lub **A** (dla wymiaru wewnętrznego)

$$25^{+0,01}_{-0,02} = 25,01^0_{-0,03} \quad 32^{-0,02}_{-0,05} = 31,95^{+0,03}_0$$

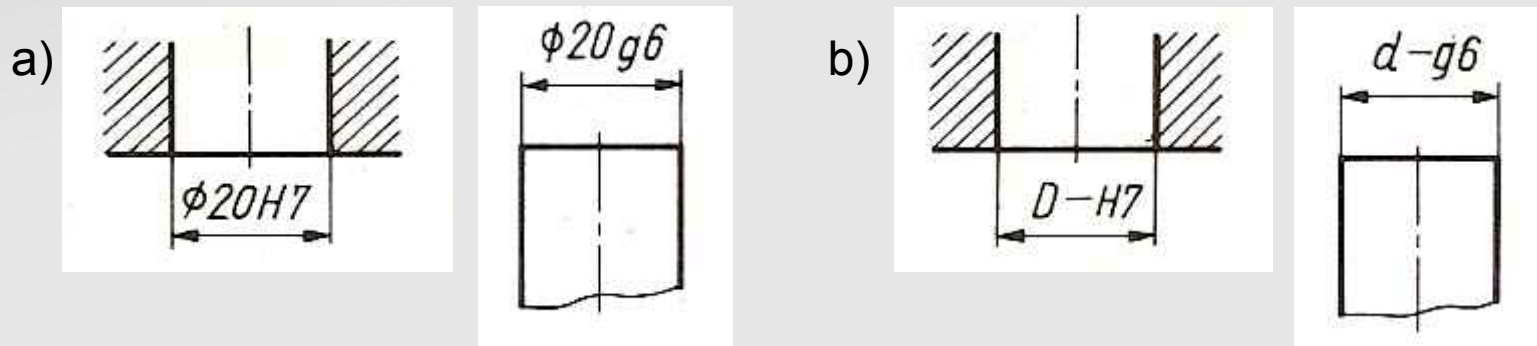
- wymiar stolerowany na zewnątrz materiału – wówczas za wymiar nominalny przyjmuje się wymiar **A** (dla wymiaru zewnętrznego) lub **B** (dla wymiaru wewnętrznego)

$$20^{+0,01}_{-0,02} = 19,98^{+0,03}_0 \quad 20^{+0,01}_{-0,02} = 20,02^0_{-0,03}$$

Tolerowanie normalne i swobodne

Tolerowanie normalne – jest to tolerowanie wymiarów przez dobranie odpowiednich odchyłek z norm. Rozróżnia się tu trzy warianty zapisu:

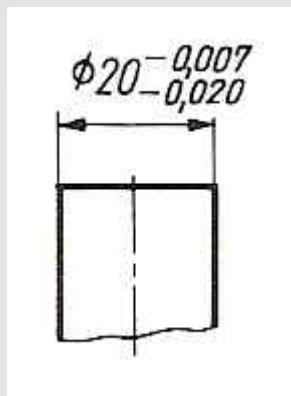
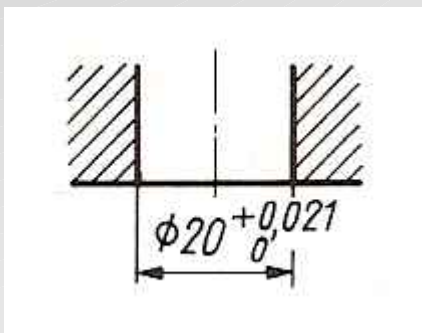
1. Za wymiarem nominalnym podaje się symbol literowy, odpowiadający odchyłkom dobranym dla danego wymiaru (a). Jeżeli wymiar nominalny jest określony literą, to symbol tolerancji oddziela się od wymiaru nominalnego poziomą kreską (b). Tolerowanie symboliczne stosuje się wówczas, gdy przewiduje się sprawdzanie wymiarów stolerowanych sprawdzianami różnicowymi.



Tolerowanie normalne i swobodne

Tolerowanie normalne – jest to tolerowanie wymiarów przez dobranie odpowiednich odchyłek z norm. Rozróżnia się tu trzy warianty zapisu:

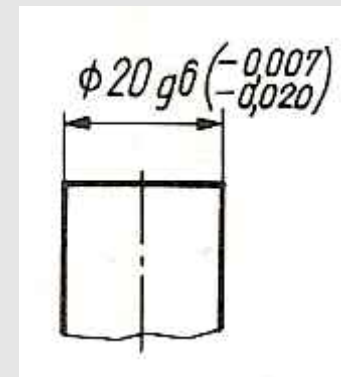
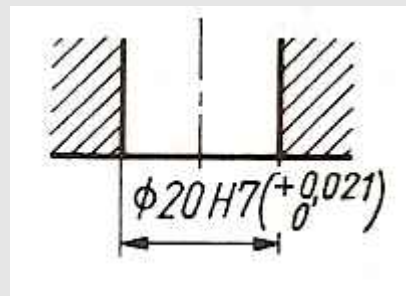
2. Za wymiarem nominalnym podaje się odchyłki dobrane z normy w postaci wartości liczbowych. Ten sposób tolerowania stosuje się wówczas, gdy przewiduje się sprawdzanie wymiarów stolerowanych uniwersalnymi przyrządami pomiarowymi.



Tolerowanie normalne i swobodne

Tolerowanie normalne – jest to tolerowanie wymiarów przez dobranie odpowiednich odchyłek z norm. Rozróżnia się tu trzy warianty zapisu:

3. Za wymiarem nominalnym podaje się zarówno symbol umowny jak i odchyłki dobrane z normy w postaci wartości liczbowych. Ten sposób tolerowania stosuje się wówczas, gdy nie wiadomo jak będą sprawdzane wymiary nominalne.



Tolerowanie normalne i swobodne

Tolerowanie swobodne – jest to tolerowanie wymiarów przez dobranie odchyłek według uznania konstruktora. Tolerowanie swobodne jest zawsze tolerowaniem liczbowym.

Przy tolerowaniu swobodnym wymiary zewnętrzne i wewnętrzne należy tolerować w głąb materiału.

Tolerowanie na zewnątrz materiału stosuje się głównie w odniesieniu do wymiarów tych powierzchni i wyrobów, które mają naddatki obróbkowe.

Pasowania

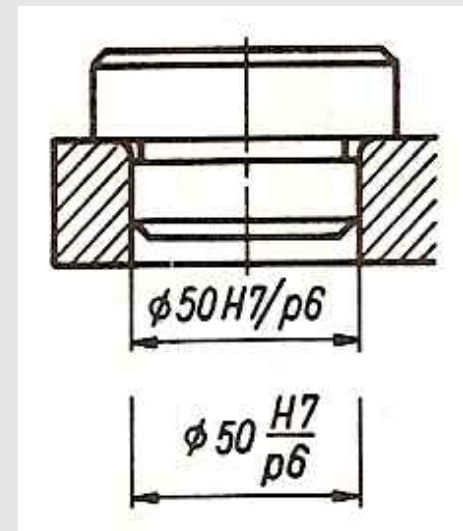
Pasowanie – termin ten określa charakter współpracy połączonych części: obejmującej i obejmowanej (np. tulei i wałka), określony różnicą ich wymiarów przed połączeniem. Rozróżnia się pasowania:

- **luźne** – w których występuje zawsze luz (w granicznym przypadku równy zeru),
- **mieszane** – w których może występować zarówno luz jak i wcisk,
- **ciasne** – w których zawsze występuje wcisk.

Pasowania

Przy wpisywaniu na rysunek tolerancji wspólnego wymiaru nominalnego połączonych części można korzystać z jednej linii wymiarowej, przy czym

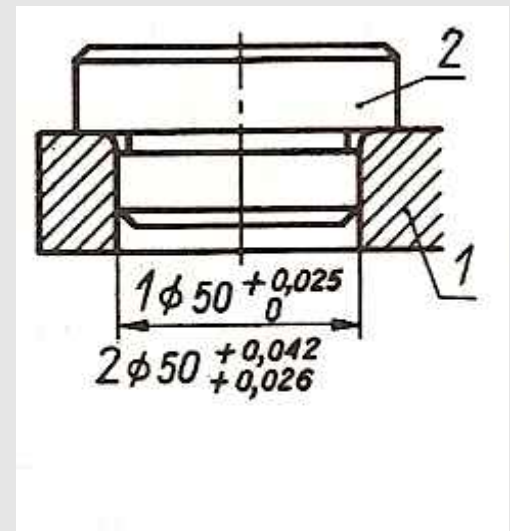
- a) w przypadku tolerowania symbolicznego – za wspólnym wymiarem nominalnym umieszcza się symbol pasowania tolerancji wymiaru wewnętrznego (otworu) oraz symbol pasowania tolerancji wymiaru zewnętrznego (wałka) rozdzielone znakiem ułamka.



Pasowania

Przy wpisywaniu na rysunek tolerancji wspólnego wymiaru nominalnego połączonych części można korzystać z jednej linii wymiarowej, przy czym

- b) w przypadku tolerowania liczbowego – tolerowany wymiar wewnętrzny pisze się nad linią wymiarową, a wymiar zewnętrzny pod nią, poprzedzając je wskazówkami, który wymiar której z połączonych części dotyczy.



Klasy dokładności

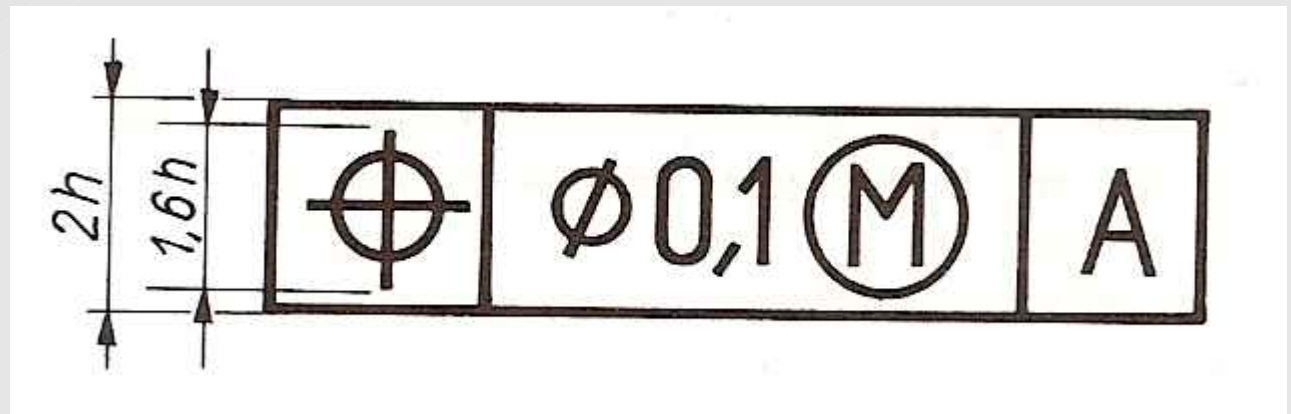
Jeżeli wymiar nie posiada zdefiniowanych odchyłek, to wykonuje się go zgodnie z przyjętą klasą dokładności. W budowie maszyn jest to zazwyczaj klasa 14, dla której dopuszczalne odchyłki wymiarów swobodnych nie mogą przekraczać:

- dla wymiarów wewnętrznych – odchyłek odpowiadających otworom H14,
- dla wymiarów zewnętrznych – odchyłek odpowiadających wałkom h14.

Dopuszczalne odchyłki wymiarów nietolerowanych podaje się w dokumentacji konstrukcyjnej w postaci jednego zapisu ogólnego dla wszystkich części.

Tolerowanie kształtu i położenia

Oznaczenie tolerancji kształtu lub położenia składa się ze **znaku tolerancji** i **jej wartości liczbowej** w milimetrach. Dane te wpisuje się w ramkę prostokątną podzieloną na dwa (tolerancja kształtu) lub trzy (tolerancja położenia) pola: w lewym polu umieszcza się znak tolerancji, w prawym jej wartość liczbową. Ramki rysuje się liniami cienkimi lub liniami o grubości pisma liczb wymiarowych na rysunku. Wysokość liter i cyfr w ramkach powinna być równa wysokości liczb wymiarowych **h**. Wysokość ramki powinna być dwukrotnie większa niż wysokość pisma.

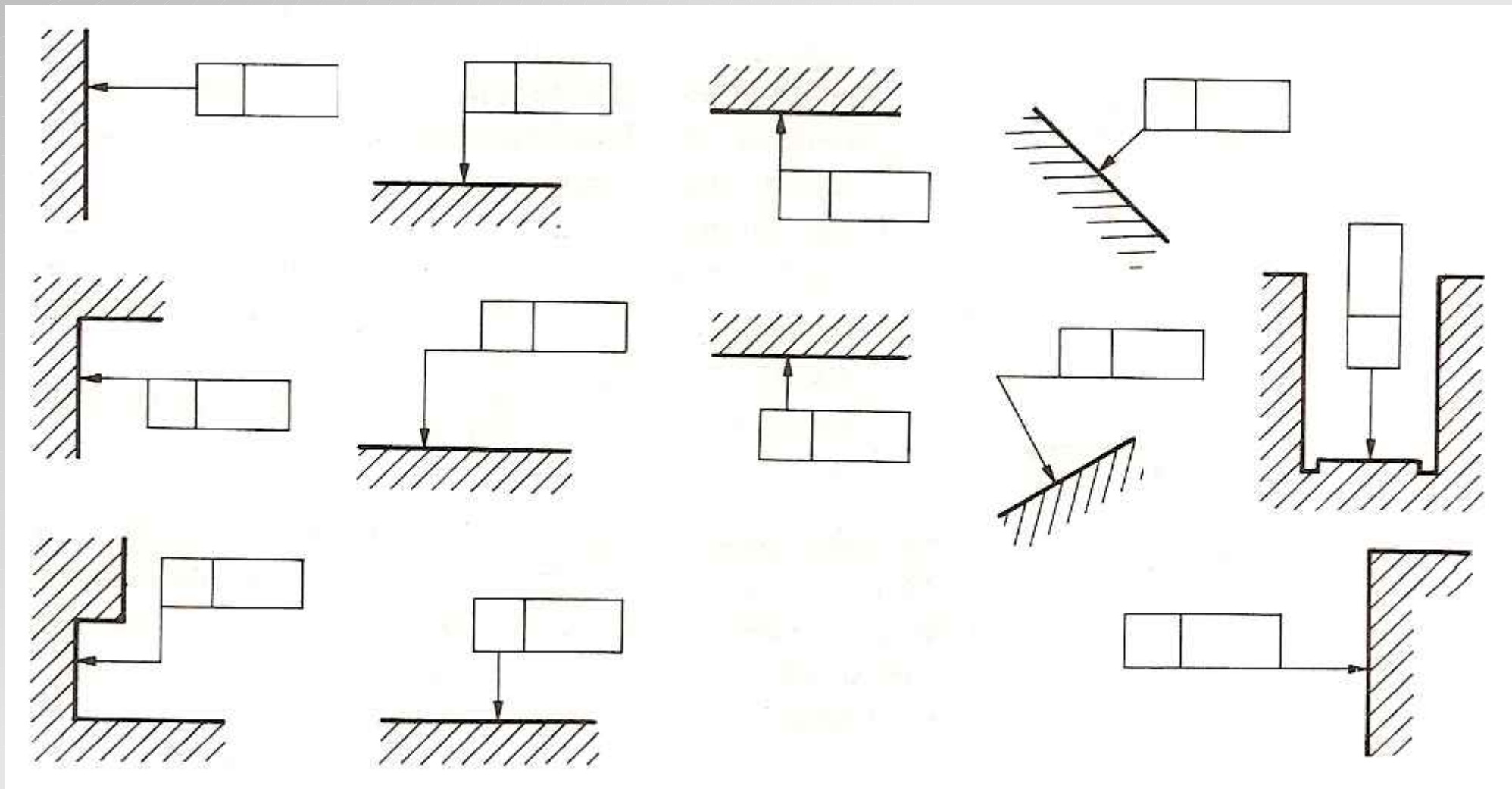


Tolerowanie kształtu i położenia

Ramkę oznaczenia tolerancji umieszcza łączy się linią zakończoną grotem z linią zarysu (lub jej przedłużeniem) tego elementu przedmiotu, do którego odnosi się tolerancja. Ramkę należy rysować w położeniu poziomym, a jeżeli się nie da to w położeniu pionowym tak, aby można ją było czytać od prawej strony rysunku. Linia łącząca powinna wychodzić z lewej strony ramki (z jej środka lub brzegu). Linia łącząca może być kilkakrotnie łamana.

Sposoby umieszczania ramek oznaczeń względem tolerowanych elementów przedmiotów.

Tolerowanie kształtu i położenia

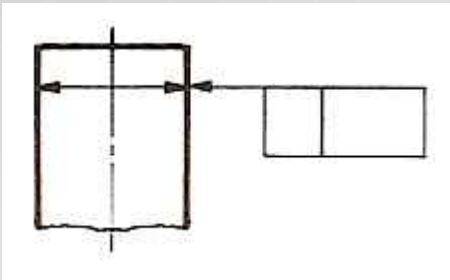


Sposoby umieszczania ramek oznaczeń względem tolerowanych elementów przedmiotów.

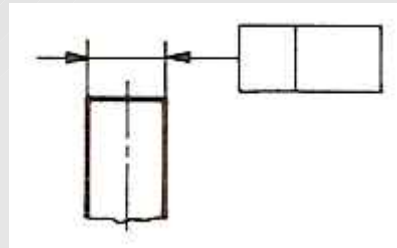
Tolerowanie kształtu i położenia

Jeżeli tolerancja dotyczy osi lub płaszczyzny symetrii jakiegoś elementu, to koniec linii łączącej powinien leżeć na przedłużeniu linii wymiarowej tego elementu (a). W przypadku braku miejsca grot linii łączącej może zastąpić grot linii wymiarowej (b). W ten sam sposób oznacza się tolerancję walca podziałowego gwintu (c).

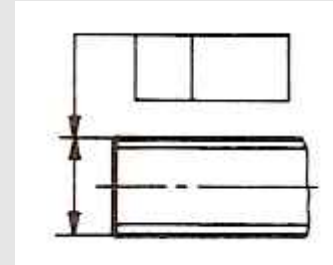
a)



b)

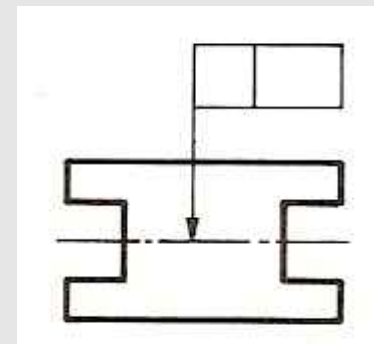
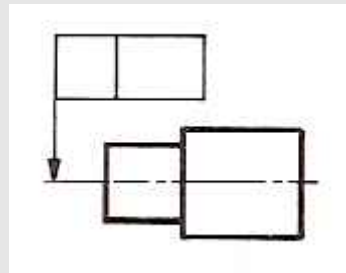


c)



Tolerowanie kształtu i położenia

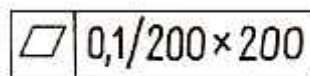
Gdy tolerancja ma dotyczyć wspólnej osi lub płaszczyzny symetrii dwóch elementów przedmiotu, a z rysunku wynika wyraźnie, dla których elementów oś lub płaszczyzna jest wspólna, to linię łączącą doprowadza się do osi lub do śladu płaszczyzny symetrii.



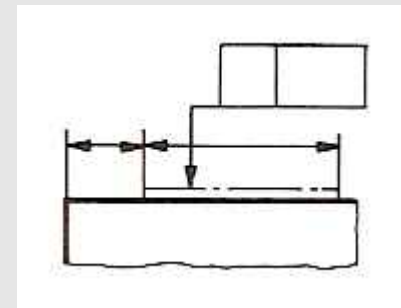
Tolerowanie kształtu i położenia

Wartość liczbową tolerancji odnosi się do całkowitej długości pola tolerowanego elementu przedmiotu. Jeżeli tolerancja ma obowiązywać na mniejszej długości (lub na części pola powierzchni), to tę długość lub wymiary części pola powierzchni podaje się za wartością tolerancji, oddzielając od niej pochyłą kreską (a). Gdy tolerancja tej mniejszej długości (lub części pola) dotyczy określonego miejsca, miejsce to oznacza się linią punktową i wymiaruje się jego położenie (b).

a)



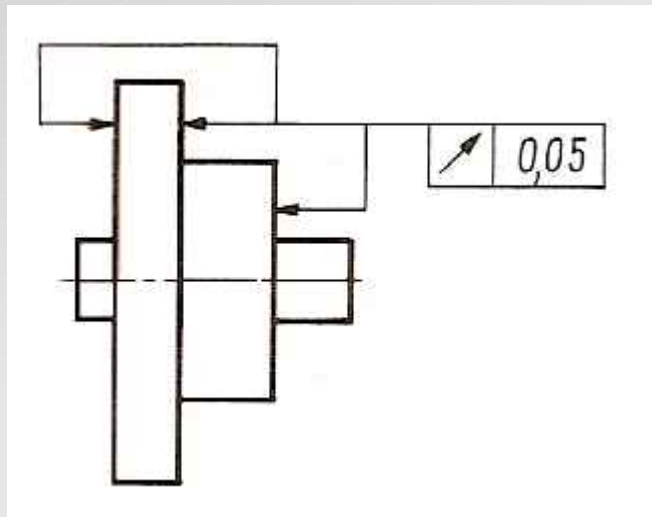
b)



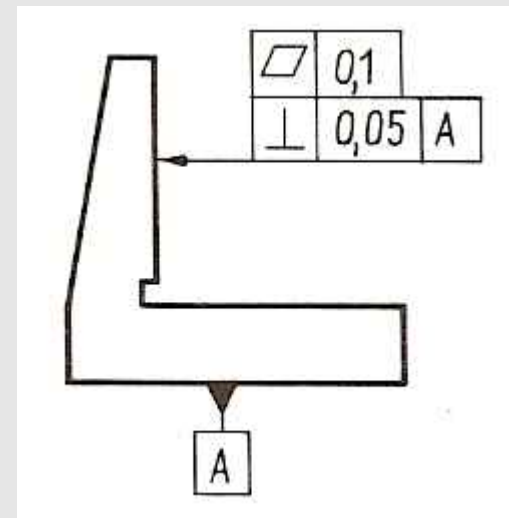
Tolerowanie kształtu i położenia

Jeżeli na rysunku powtarza się ta sama tolerancja, to oznaczenie podaje się tylko raz, prowadząc odgańlenia linii łączącej do wszystkich jednakowo tolerowanych elementów przedmiotu (a). Gdy zaś dla jednego elementu trzeba podać dwie różne tolerancje, to ramki oznaczeń można połączyć (b).

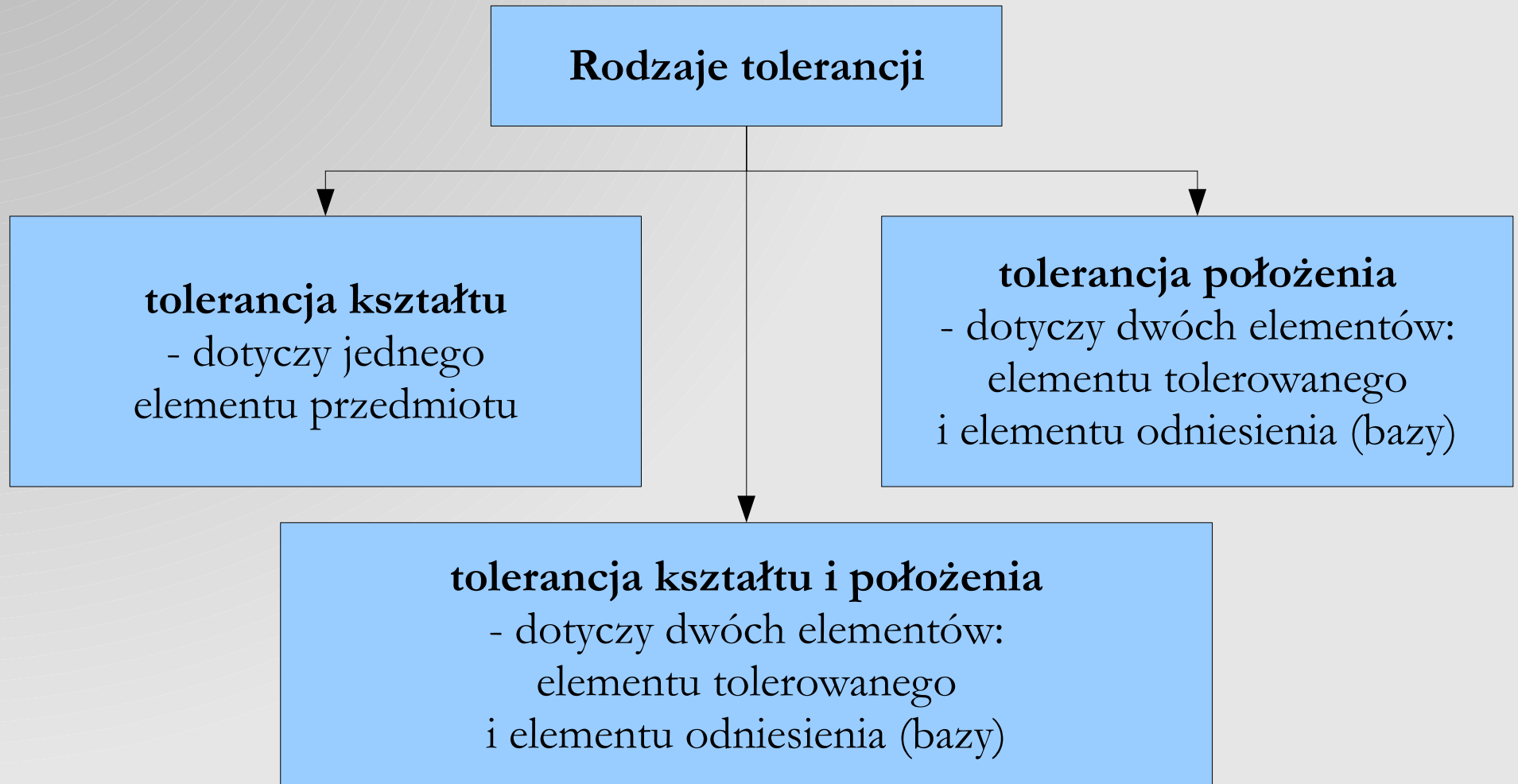
a)



b)



Tolerowanie kształtu i położenia



Znaki tolerancji na następnej stronie.

Tolerowanie kształtu i położenia

Tolerancje kształtu:

-  - tolerancja prostoliniowości
-  - tolerancja płaskości
-  - tolerancja okrągłości
-  - tolerancja walcowości
-  - tolerancja zarysu przekroju wzdłużnego

Tolerancje położenia:

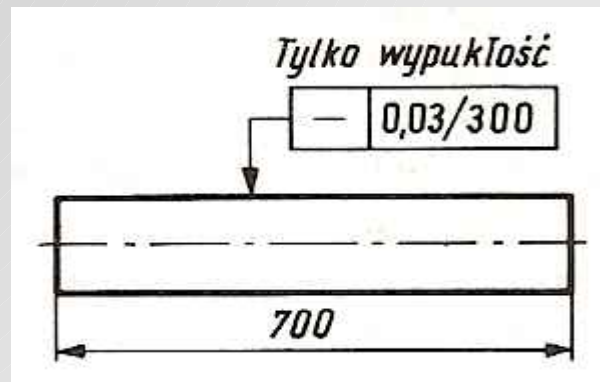
-  - tolerancja równoległości
-  - tolerancja prostopadłości
-  - tolerancja nachylenia
-  - tolerancja współosiowości
-  - tolerancja symetrii
-  - tolerancja pozycji
-  - tolerancja przecinania się osi

Tolerancje kształtu i położenia:

-  - tolerancja bicia osiowego / bicia promieniowego / bicia w wyznaczonym kierunku
-  - tolerancja bicia promieniowego całkowitego / bicia osiowego całkowitego
-  - tolerancja kształtu wyznaczonego zarysu
-  - tolerancja kształtu wyznaczonej powierzchni

Przykłady tolerancji kształtu

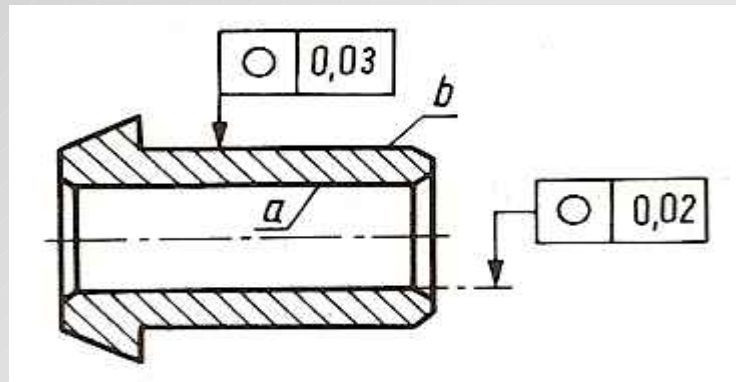
Tolerancja prostoliniowości tworzących i osi powierzchni obrotowych



Odchyłka prostoliniowości rzeczywistej tworzącej walca nie może przekroczyć 0.3 mm na długości 300 mm w dowolnym miejscu całej długości walca, przy czym może on mieć kształt tylko walcowy lub lekko beczułkowaty, a nie wklęsły.

Przykłady tolerancji kształtu

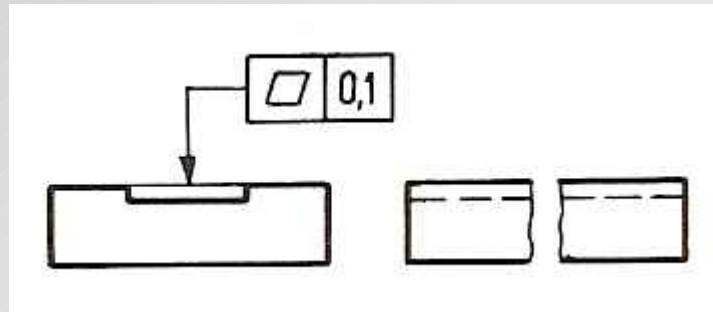
Tolerancja okrągłości



Odchyłka okrągłości zarysu rzeczywistego powierzchni walcowych **a** i **b** nie może przekroczyć 0.02 i 0.03 mm w dowolnym przekroju prostopadłym do osi, na całej długości każdej z powierzchni (zarys powierzchni w dowolnym przekroju musi się znaleźć między dwoma współśrodkowymi okręgami, odległymi od siebie o wartość tolerancji).

Przykłady tolerancji kształtu

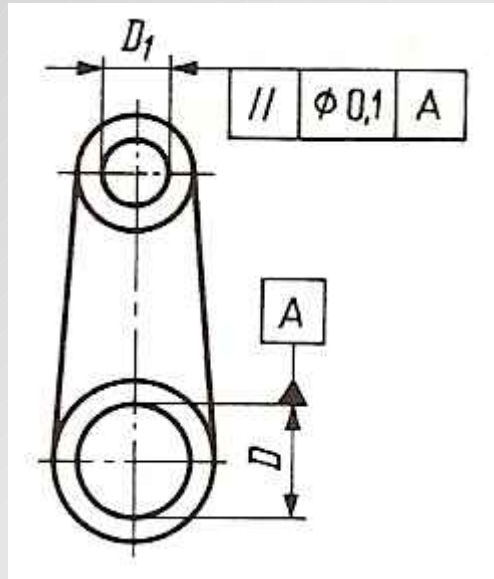
Tolerancja płaskości



Odchyłka płaskości wspólnej płaszczyzny nie może przekroczyć 0.1 mm we wszystkich kierunkach i na całej płaszczyźnie (rzeczywisty kształt obu płaszczyzn cząstkowych musi się zawierać między dwiema poziomymi płaszczyznami odległymi od siebie o 0.1 mm).

Przykłady tolerancji położenia

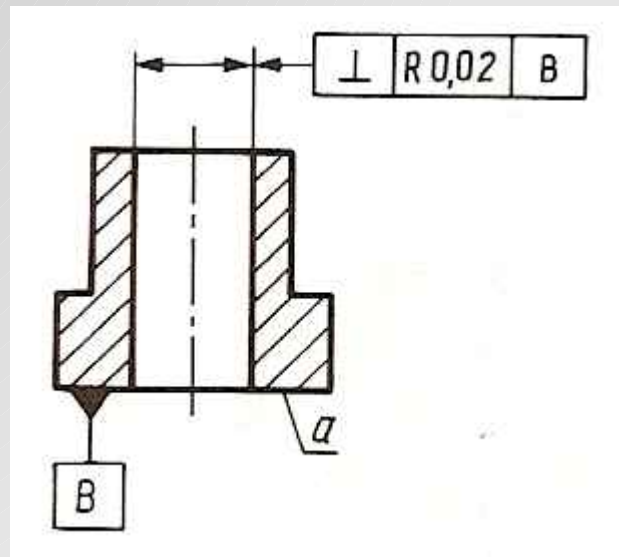
Tolerancja równoległości dwóch osi



Odchyłka równoległości osi otworu **I** względem osi otworu **II** nie może przekroczyć w żadnym kierunku 0.1 mm (oś otworu **I** musi znaleźć się wewnątrz walca o średnicy 0.1 mm i o osi równoległej do osi otworu **II**).

Przykłady tolerancji położenia

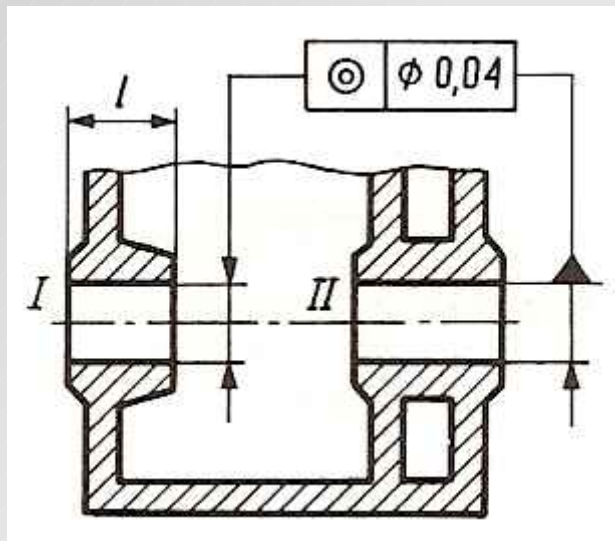
Tolerancja prostopadłości dwóch osi



Odchyłka prostopadłości osi otworu względem bazy **B** nie może przekroczyć 0.04 mm w żadnym kierunku i na całej długości otworu (oś rzeczywistego otworu musi się znaleźć wewnątrz walca o promieniu 0.02 mm, którego oś jest prostopadła do płaszczyzny **B**).

Przykłady tolerancji położenia

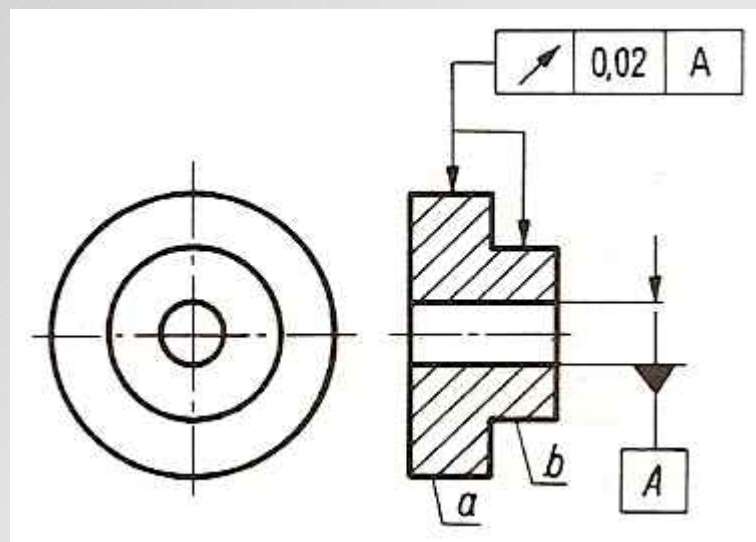
Tolerancja współosiowości powierzchni



Odchyłka współosiowości otworu **I** względem otworu **II** (bazy) nie może przekroczyć 0.04 mm na długości l (oś rzeczywistego otworu **I** musi się znaleźć wewnątrz walca o średnicy 0.04 mm, współosiowego z otworem **II**).

Przykłady tolerancji kształtu i położenia

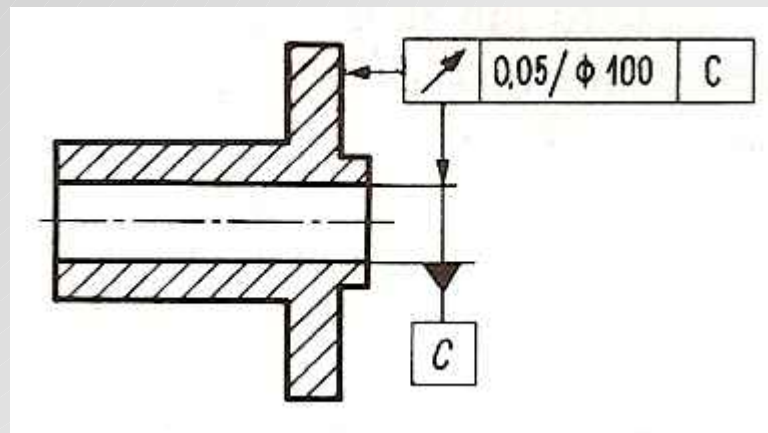
Tolerancja bicia poprzecznego



Bicie poprzeczne powierzchni **a** i **b** względem osi otworu nie może przekroczyć 0.02 mm (rzeczywisty zarys każdej z powierzchni – **a** i **b** – musi znaleźć się między dwoma okręgami współśrodkowymi z osią otworu A i oddalonymi od siebie o 0.02 mm).

Przykłady tolerancji kształtu i położenia

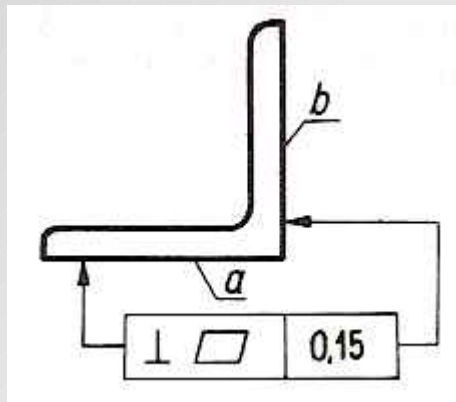
Tolerancja bicia wzdluznego



Bicie wzdluzne płaszczyzny kołnierza względem osi otworu (bazy), mierzone na średnicy 100 mm, nie może przekroczyć 0.05 mm (rzeczywisty zarys płaszczyzny powinien się znaleźć na powierzchni walca o średnicy 100 mm, między dwiema płaszczyznami prostopadłymi do jego osi i oddalonymi od siebie o 0.05 mm).

Przykłady tolerancji kształtu i położenia

Tolerancja złożona prostopadłości i płaskości

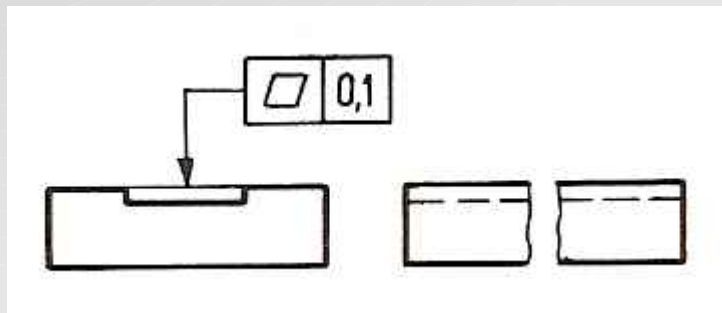


Sumaryczna odchyłka każdej z rzeczywistych powierzchni **a** i **b** nie może przekroczyć 0.15 mm (każda z tych powierzchni musi się znaleźć między dwiema płaszczyznami prostopadłymi do drugiej powierzchni i oddalonymi od siebie o 0.15 mm).

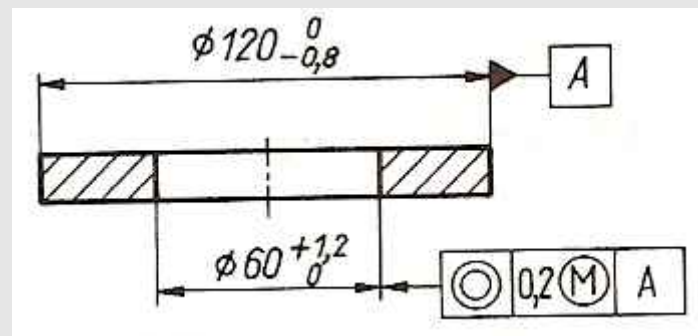
Tolerancja niezależna i zależna

Tolerancja niezależna – występuje wtedy, gdy jej wartość jest niezmienna, niezależnie od rzeczywistych wymiarów tolerowanego elementu przedmiotu i elementu odniesienia.

Tolerancja zależna – występuje wtedy, gdy jej wartość może się zmieniać, zależnie od rzeczywistych wymiarów tolerowanego elementu przedmiotu i elementu odniesienia. Znakiem tolerancji zależnej jest litera **M** w kółku.



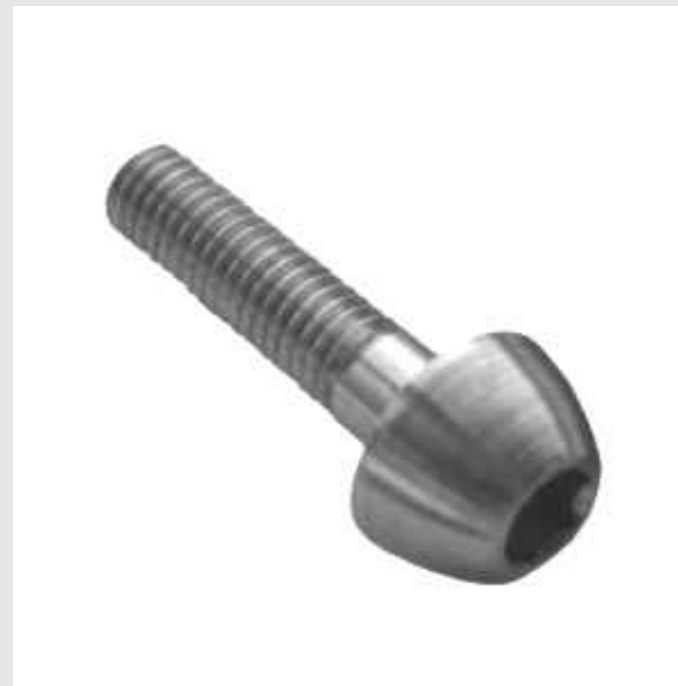
Przykład tolerancji niezależnej



Przykład tolerancji zależnej

Chropowatość powierzchni

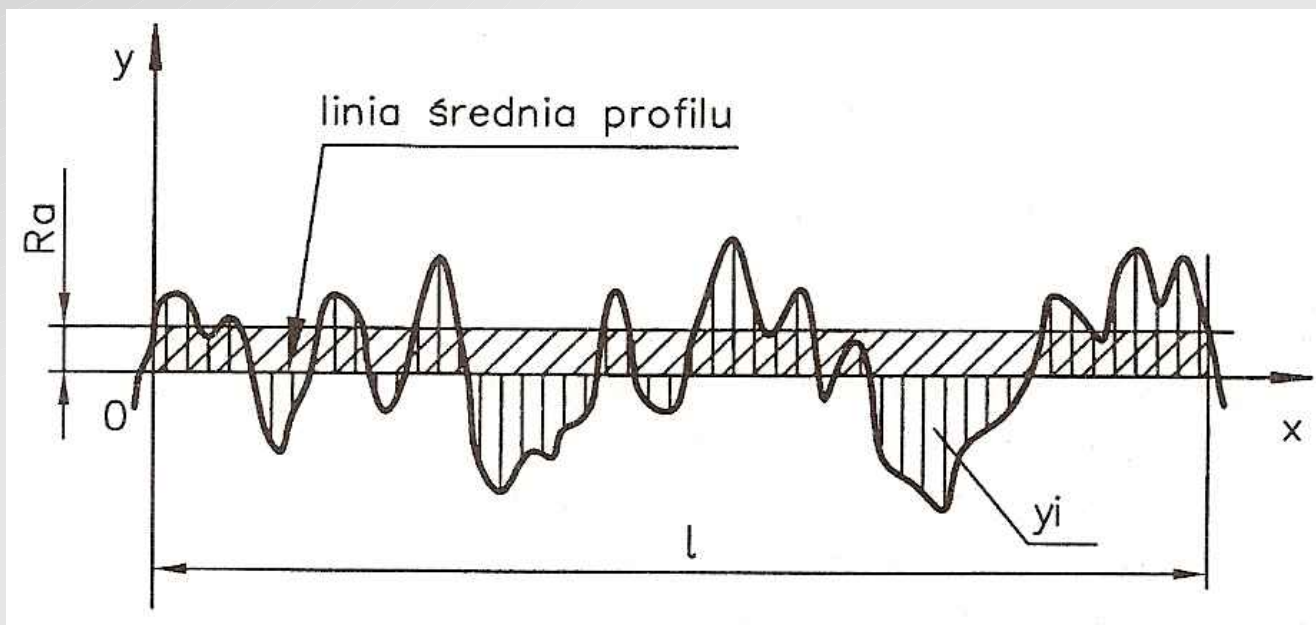
Chropowatość – elementy struktury geometrycznej powierzchni, uformowane w czasie procesu jej kształtowania, nie zawierające falistości i odchyłek kształtu.



Parametry opisujące chropowatość

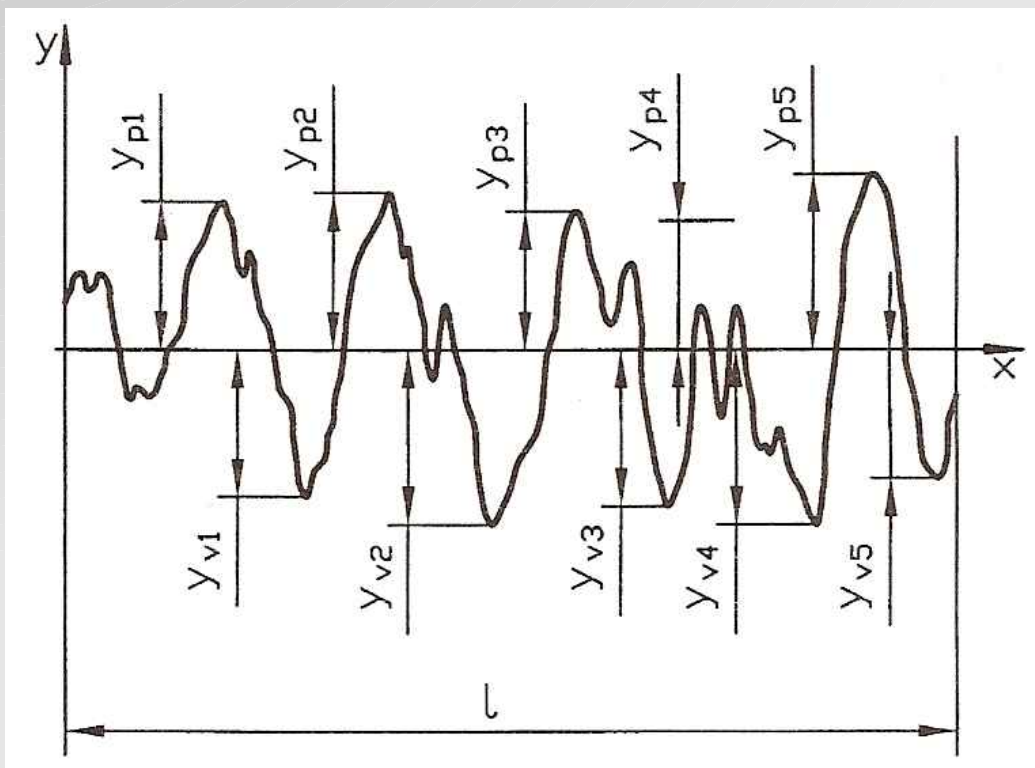
Średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości Ra – jest to średnia arytmetyczna wartość bezwzględnych odchyłeń profilu y od linii średniej m , w przedziale odcinka elementarnego l .

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$



Parametry opisujące chropowatość

Wysokość chropowatości wg 10 punktów Rz – jest to średnia arytmetyczna wartość bezwzględnych wysokości pięciu najwyższych wgłębień profilu chropowatości i głębokości pięciu najniższych wgłębień profilu chropowatości w przedziale odcinka elementarnego l.



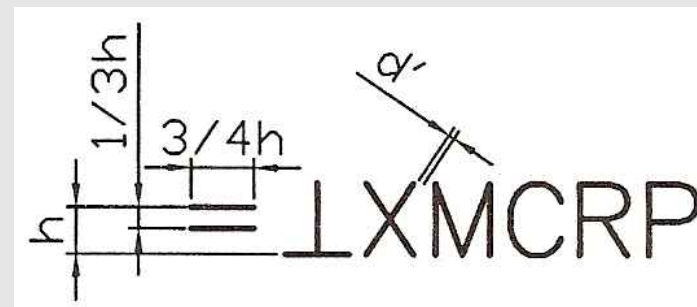
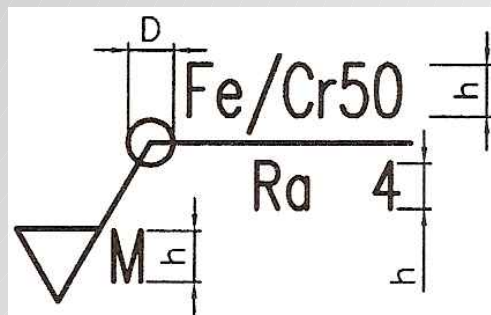
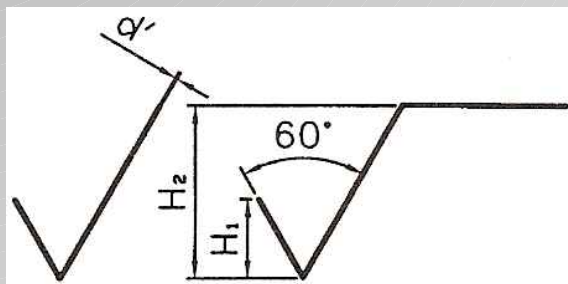
$$Ra = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right)$$

Parametry opisujące chropowatość

Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz
400	1600	20	80	1,25	6,3	0,063	0,32
320	1250	16	63	1	5	0,050	0,25
250	1000	12,5	50	0,8	4	0,040	0,20
200	800	10	40	0,63	3,2	0,032	0,16
160	630	8	32	0,5	2,5	0,025	0,125
125	500	6,3	25	0,4	2	0,020	0,100
100	400	5	20	0,32	1,6	0,016	0,080
80	320	4	16	0,25	1,25	0,012	0,063
63	250	3,2	12,5	0,2	1	0,010	0,050
50	200	2,5	10	0,16	0,80	0,008	0,040
40	160	2	-	0,125	0,63		0,032
32	125	-	8	0,1	0,50		0,025
25	100	1,6	-	0,08	0,40		
Wartości zalecane parametrów podano w ramkach							

Wartości liczbowe parametrów **Ra** i **Rz** w μm

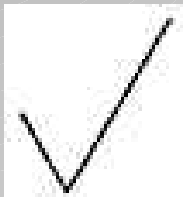
Symbole graficzne i ich znaczenie



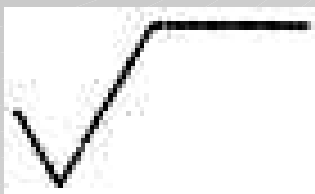
Wysokość cyfr i liter, h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Grubość linii symboli, d'	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Grubość linii pisma, d	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Wysokość, H_1	3,5	5	7	10	14	20	28
Wysokość, H_2	7,7	10	15	21	30	42	60

Symbole stosowane do opisu chropowatości powierzchni

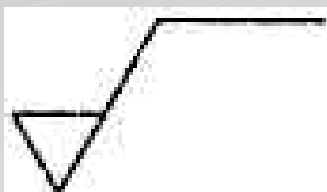
Symbole graficzne i ich znaczenie



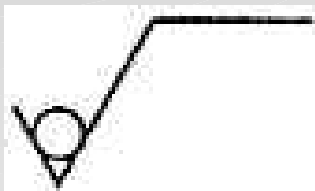
- symbol ogólny, który nie określa żadnych wymagań dotyczących chropowatości powierzchni. Stosowany zazwyczaj do wskazania zbiorowej chropowatości.



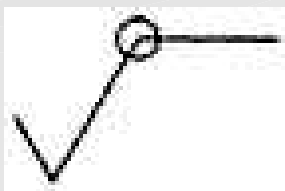
- wskazanie wymogu dotyczącego chropowatości powierzchni bez podania sposobu jej uzyskania.



- wskazanie, że powierzchnia ma być wykonana jedną z technik ubytkowych, tzn. musi dojść do usunięcia materiału.

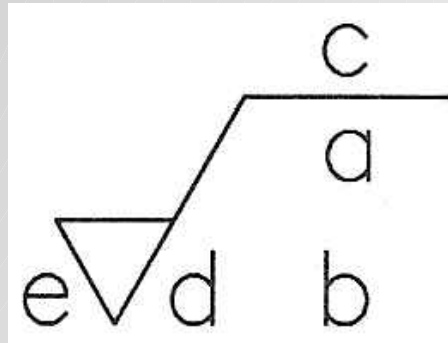


- wskazanie, że powierzchnia nie może być wykonana technikami ubytkowymi, tzn. nie może dojść do usunięcia materiału.



- wskazanie, że na całym obwodzie elementu wymagana jest ta sama struktura.

Symbole graficzne i ich znaczenie



- a – wartość chropowatości w μm , np. Ra 0.8;
- b – inne wymagane wartości parametrów, np. Rz 4;
- c – specyficzne wymagania dotyczące wykonania powierzchni, np. obrabiać cieplnie;
- d – kierunkowość struktury geometrycznej powierzchni;
- e – wartość naddatku na obróbkę.

W miarę potrzeb w poszczególnych pozycjach można podać dodatkowe informacje uzupełniające.

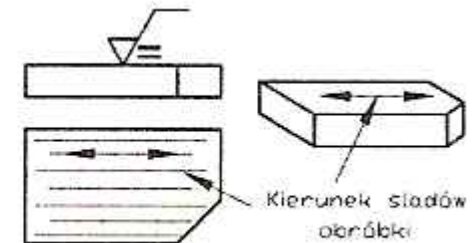
Kierunkowość struktury geometrycznej

Symbol
graficzny

Interpretacja i przykłady

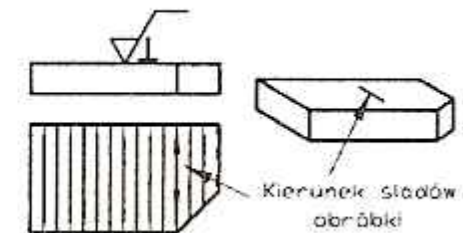
=

Ślady obróbki równoległe do płaszczyzny rzutu powierzchni, dla której symbol jest stosowany



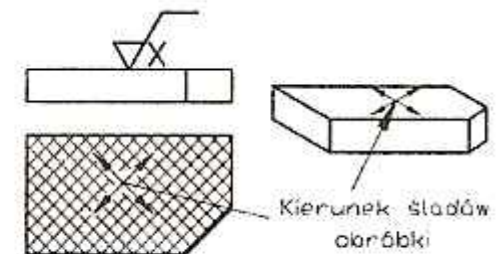
⊥

Ślady obróbki prostopadłe do płaszczyzny rzutu powierzchni, dla której symbol jest stosowany

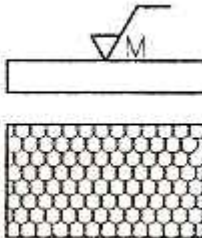
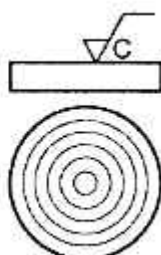
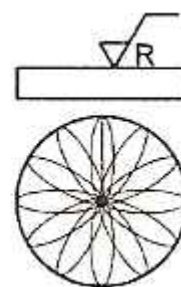
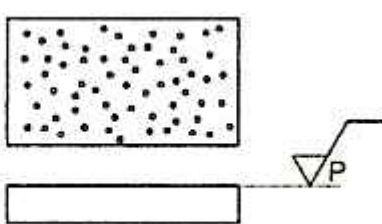


X

Ślady obróbki skrzyżowane w dwóch ukośnych kierunkach względem płaszczyzny rzutu powierzchni, dla której symbol jest stosowany

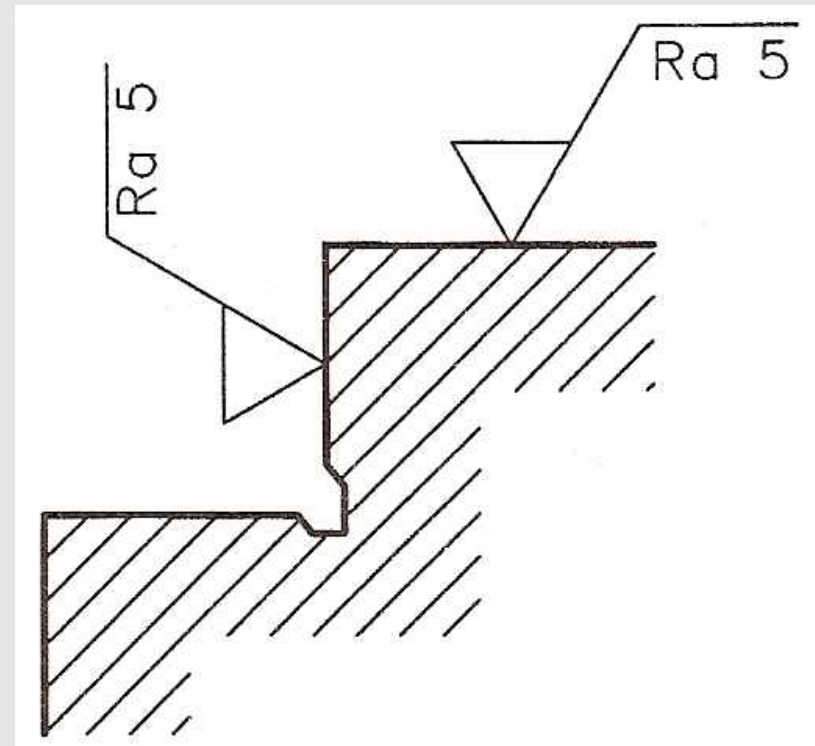


Kierunkowość struktury geometrycznej

M	Wielokierunkowe ślady obróbki	
C	Ślady obróbki w przybliżeniu współśrodkowe względem środka powierzchni, dla której symbol jest stosowany	
R	Ślady obróbki w przybliżeniu promieniowe względem środka powierzchni, dla której symbol jest stosowany	
P	Ślady obróbki szczególne, tzn.: bez możliwości wyróżnienia kierunku lub punktowe	

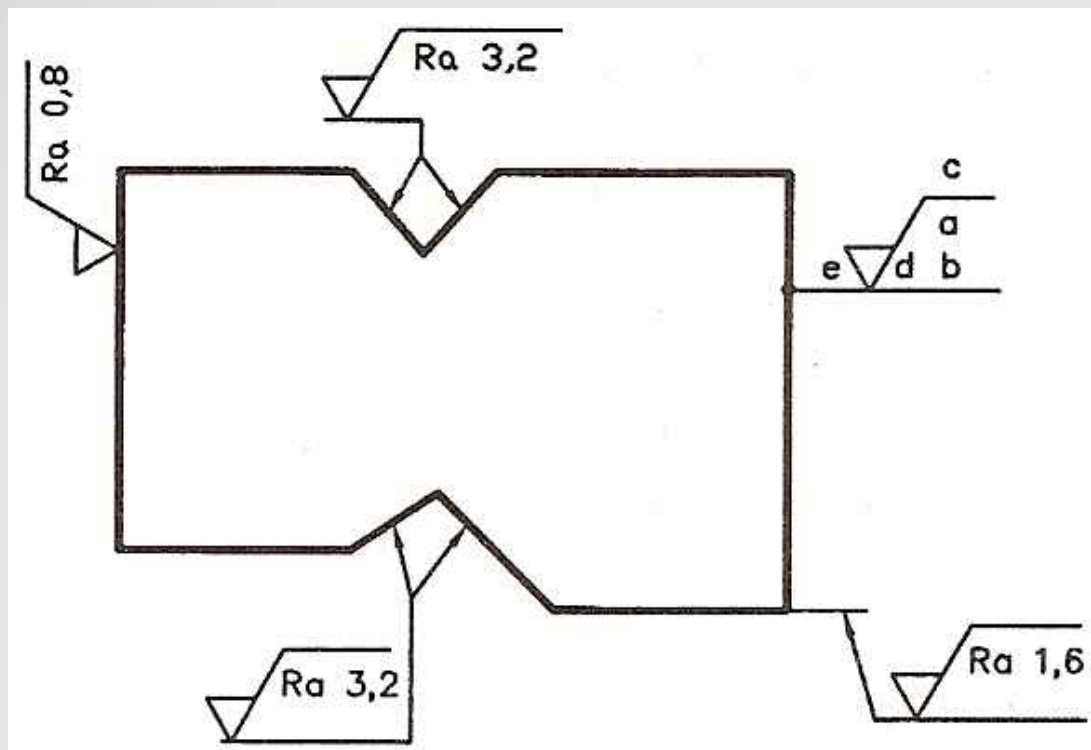
Zasady dotyczące oznaczeń chropowatości

- Symbol graficzny wraz z zapisami wymagań powinien być tak umieszczony, aby można go było czytać od dolnej lub prawej strony rysunku.



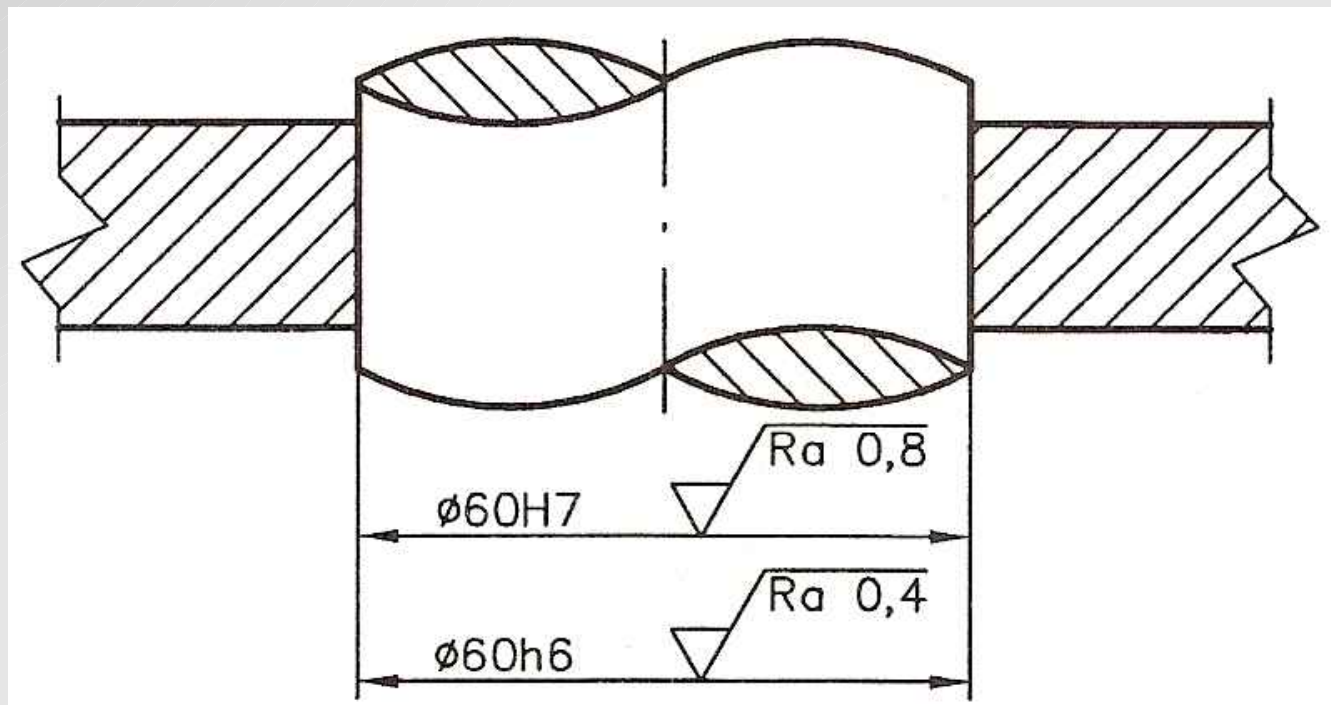
Zasady dotyczące oznaczeń chropowatości

- Jeżeli jest to konieczne, symbol graficzny lub linia odniesienia może się stykać z powierzchnią za pomocą linii odniesienia zakończonej strzałką.



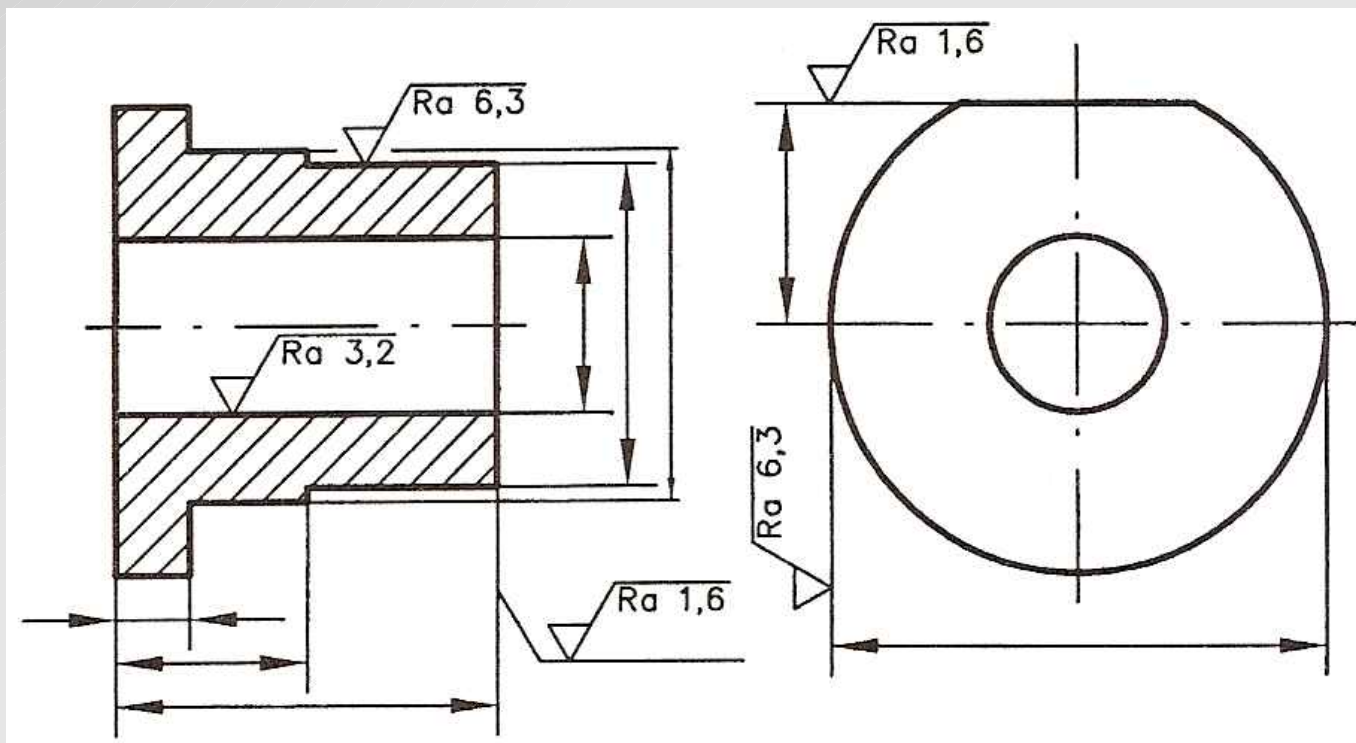
Zasady dotyczące oznaczeń chropowatości

- Wymagania dotyczące chropowatości powierzchni można podać w powiązaniu z wymiarami.



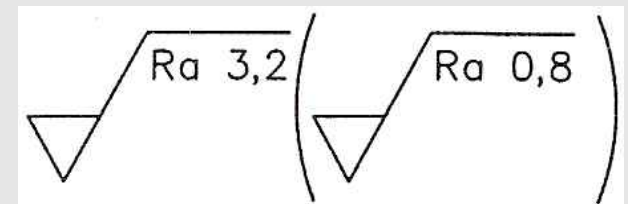
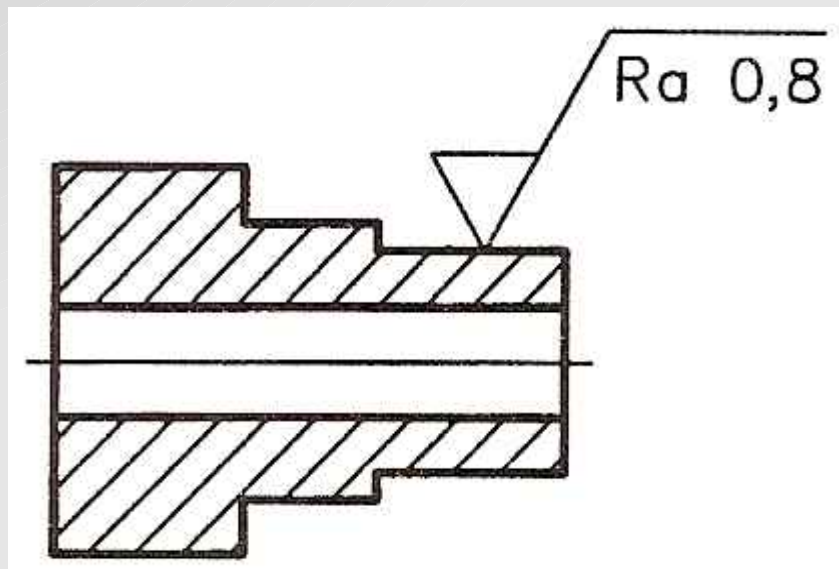
Zasady dotyczące oznaczeń chropowatości

- Symbol graficzny powinien być stosowany tylko jeden raz dla danej powierzchni, najlepiej na tym rzucie, na którym podawane są wielkości charakteryzujące tę powierzchnię.



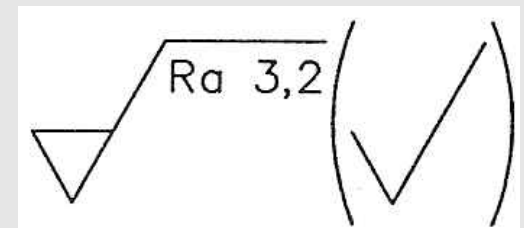
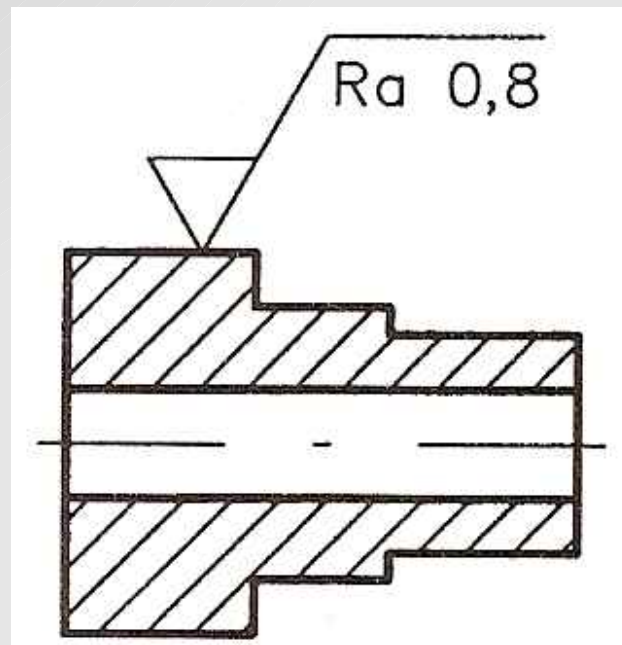
Oznaczanie wspólnych wymagań

Gdy dla większości powierzchni wymagana jest taka sama struktura geometryczna, to podaje się ją raz (nad tabliczka rysunkowa). Wyjątki od tej struktury zaznaczone na rysunku – w celu podkreślenia, że takie istnieją – wymienia się za wskazaniem ogólnym w nawiasach zwykłych.



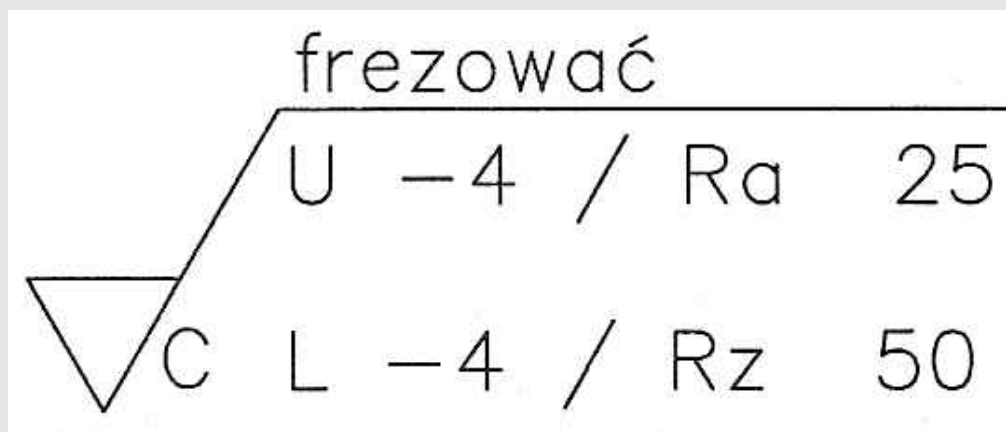
Oznaczanie wspólnych wymagań

W nawiasie zwykłym za oznaczeniem wymagań wspólnym można podać jedynie symbol ogólny. Taki zapis oznacza, że na rysunku znajdują się powierzchnie (dodatkowo opisane gdzieś na rysunku) o strukturze odbiegającej od tej, która została opisana oznaczeniem wymagań wspólnych.



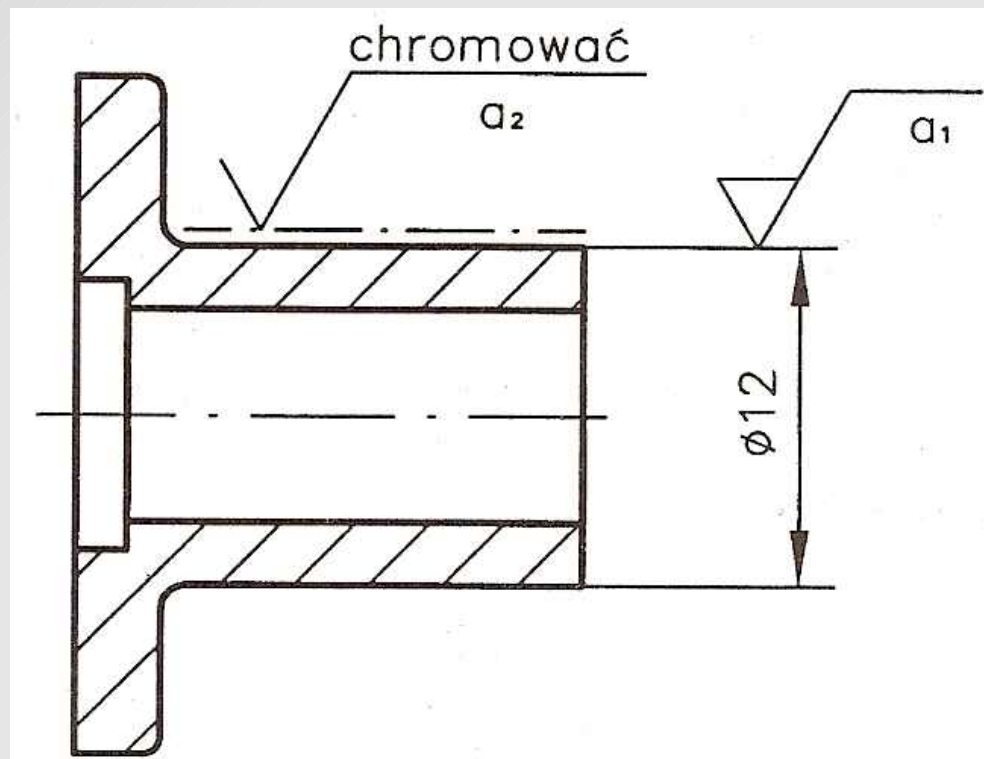
Oznaczanie chropowatości granicznych

Jeżeli w oznaczeniach podano jedną wartość parametru opisującego chropowatość, to przyjmuje się ją jako górną granicę tego parametru. Jeżeli istnieje potrzeba podania również granicy dolnej, to umieszcza się ją pod granicą górną. Aby uniknąć pomyłek z parametrem **b** opisu struktury, zaleca tu się podawanie liter **U** (*upper*) i **L** (*lower*), oznaczających odpowiednio granicę górną i dolną.



Chropowatość przed i po obróbce

Jeżeli nie ustalono inaczej, wartości liczbowe chropowatości odnoszą się do struktury geometrycznej powierzchni po obróbce cieplnej lub pokryciu. W przypadku konieczności określenia chropowatości przed i po obróbce, należy to wykonać jak na rysunku poniżej.



Wartości liczbowe chropowatości

Toczenie:

- wstępne: 40 – 20
- kształtujące: 10 – 5
- wykańczające: 2,5 – 1,25
- bardzo dokładne: 1,25 – 0,35

Wiercenie i powiercanie: 40 – 10

Pogłębianie: 20 – 5

Rozwiercanie:

- wstępne: 5 – 2,5
- wykańczające: 1,25 – 0,63

wartości liczbowe
chropowatości
powierzchni
obrobionej
różnymi sposobami
obróbki ubytkowej
(w μm)

Wartości liczbowe chropowatości

Frezowanie obwodowe:

- wstępne: 80 – 40
- kształtujące: 20 – 10
- wykańczające: 5 – 2,5

Frezowanie czołowe:

- wstępne: 80 – 40
- kształtujące: 20 – 10
- wykańczające: 5 – 2,5
- bardzo dokładne: 1,25 – 0,63

Dogładzanie oscylacyjne: 0,32 – 0,01

Przeciąganie: 5 – 0,32

wartości liczbowe
chropowatości
powierzchni
obrobionej
różnymi sposobami
obróbki ubytkowej
(w μm)

Wartości liczbowe chropowatości

Szlifowanie kłowe zewnętrznych pow. obr.:

- wstępne: 5
- kształtujące: 2,5 – 1,25
- wykańczające: 0,63 – 0,32
- bardzo dokładne: 0,32 – 0,16

Szlifowanie bezkłowe zewnętrznych pow. obr.:

- wstępne: 5
- kształtujące: 2,5 – 1,25
- wykańczające: 0,63
- bardzo dokładne: 0,32

Szlifowanie uchwytove wewnętrznych pow. obr:

- kształtujące: 2,5 – 1,25
- wykańczające: 0,63
- bardzo dokładne: 0,32

wartości liczbowe
chropowatości
powierzchni
obrobionej
różnymi sposobami
obróbki ubytkowej
(w μm)

Wartości liczbowe chropowatości

Szlifowanie płaszczyzn:

- wstępne: 5
- kształtujące: 2,5 – 1,25
- wykańczające: 0,63 – 0,32
- bardzo dokładne: 0,16

Gładzenie (honowanie): 0,32 – 0,16

Docieranie docierakami: 0,08 – 0,01

wartości liczbowe
chropowatości
powierzchni
obrobionej
różnymi sposobami
obróbki ubytkowej
(w μm)

Klasa dokładności a chropowatość

Klasa dokła- dności wymiaru	Parametr Ra chropowatości dla powierzchni części klasy		Klasa dokła- dności wymiaru	Parametr Ra chropowatości dla powierzchni części klasy	
	walek	otwór		walek	otwór
01	-	-	9	5 - 0,63	5 - 0,63
0	-	-	10	10 - 0,63	10 - 1,25
1	0,32 - 0,02	0,63 - 0,02	11	10 - 1,25	10 - 1,25
2	0,32 - 0,04	0,63 - 0,04	12	20 - 2,5	40 - 2,5
3	0,63 - 0,04	0,63 - 0,08	13	40 - 5	40 - 5
4	0,63 - 0,08	0,63 - 0,08	14	40 - 10	40 - 10
5	1,25 - 0,08	1,25 - 0,08	15	80 - 10	80 - 10
6	1,25 - 0,16	1,25 - 0,16	16	80 - 20	80 - 20
7	2,5 - 0,16	2,5 - 0,32	17	-	-
8	5 - 0,32	5 - 0,32	18	-	-

Przybliżona zależność między klasą dokładności wykonania a chropowatością powierzchni Ra.

Oznaczenie obróbki cieplnej

Przy oznaczaniu obróbki cieplnej przedmiotów, na rysunkach należy podawać wymagania dotyczące własności materiału po obróbce cieplnej (twardość materiału, wytrzymałość na rozciąganie itp.), w kolejności:

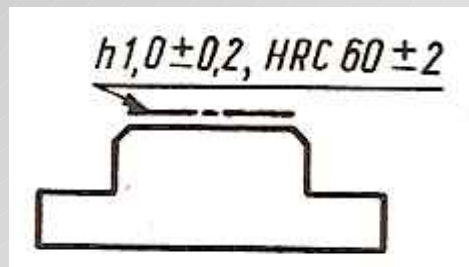
- nazwa rodzaju obróbki cieplnej,
- głębokość **h** warstwy utwardzonej wraz z dopuszczalnymi odchyłkami,
- twardość (HRC, HV, HB) wraz z dopuszczalnymi odchyłkami.



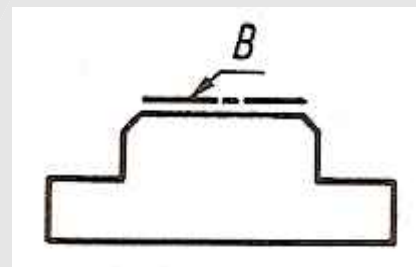
Przykłady oznaczeń obróbki cieplnej

Przykład, gdy jedna powierzchnia ma być poddana obróbce cieplnej.

a)



b)

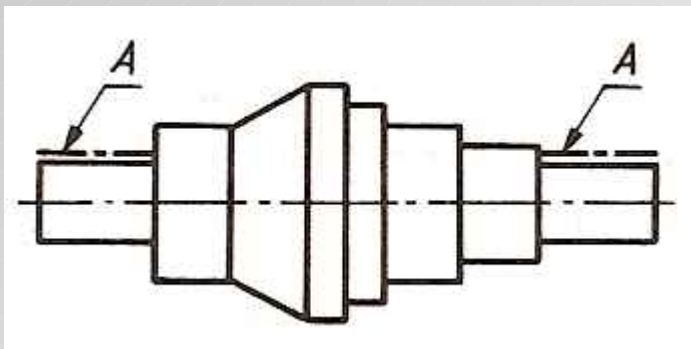


Powierzchnię zaznacza się linią punktową grubą w odległości ok. 2 grubości zarysu (ale nie mniej niż 0,8 mm) i nad doprowadzającą do niej linią odniesienia wpisuje się dane dotyczące obróbki cieplnej (a) lub wielką literę, której znaczenie wyjaśnia się w wymaganiach technicznych (b).

Przykłady oznaczeń obróbki cieplnej

Przykład, gdy kilka powierzchni ma podlegać jednakowej obróbce cieplnej.

a)



b)



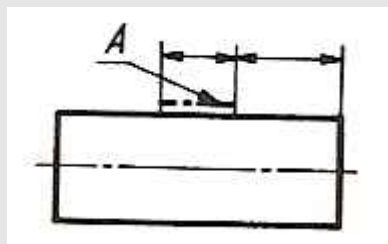
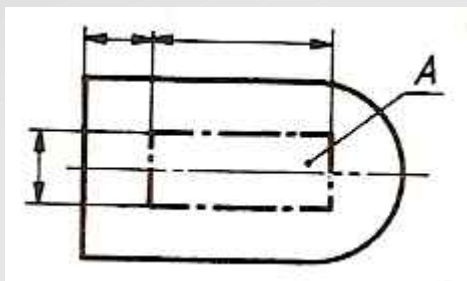
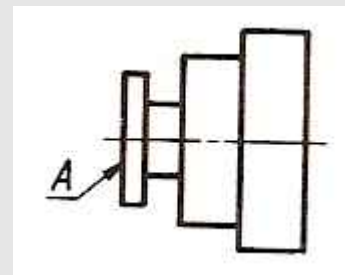
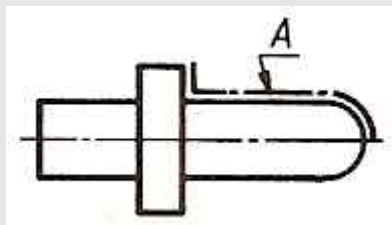
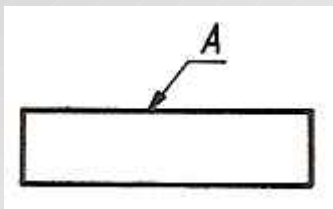
Stosuje się tu dwa rozwiązania:

- gdy te powierzchnie stanowią mniejszość w porównaniu z pozostałymi, to opisuje się je bezpośrednio poprzez zapis lub literę (a),
- gdy te powierzchnie stanowią większość, to obróbkę cieplną opisuje się w wymaganiach technicznych, a na rysunku oznacza się pozostałe powierzchnie (b).

Oznaczanie powłok

Powierzchnię, na którą ma być nałożona powłoka oznacza się na rysunku wielką literą, wpisaną nad linią odniesienia. Rodzaj powłoki i dotyczące jej wymagania podaje się słownie w wymaganiach technicznych, np.;

powierzchnia A: emalia...



Przykłady
oznaczania powłok.



Dziękuję za uwagę

Tolerowanie wymiarów oraz kształtu i położenia. Chropowatość powierzchni.

Sobieski Wojciech

Olsztyn, 2008