

WYBRANE ZAGADNIENIA (TOLERANCJE I CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI)

dr inż. Patrycja Ewa Jagiełłowicz
Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza
Katedra Konstrukcji Maszyn

Tolerancje wymiarów

Sposoby zapisu tolerancji wymiarów:

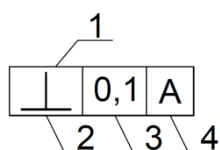
- tolerowanie liczbowe – podanie obu odchyłek odpowiednio z ich znakami, za wymiarem nominalnym; wyżej podaje się odchyłkę górną, niżej odchyłkę dolną; odchyłki zerowe są wyrażone przez cyfrę zero, na przykład $25^{+0,02}_{-0,05}$, $25^{+0,02}_0$, $25^0_{-0,05}$,
- tolerowanie symbolowe – podanie za wymiarem nominalnym symbolu literowo–cyfrowego; sposób ten opiera się o międzynarodowy układ tolerancji i pasowań ISO, na przykład $\varnothing 20H7$,
- tolerowanie mieszane – podanie za wymiarem nominalnym symbolu literowo–cyfrowego, a za nim w nawiasie odchyłek, na przykład $\varnothing 20H7(^{+0,021}_0)$.

Tabela. Odchyłki graniczne otworów dla wybranych pasowań

Wymiar nominalny [mm]		Odchyłki graniczne otworów dla wybranych pasowań [μm]							
powyżej	do	H7	H8	H9	JS9	N9	P9	D10	H11
6	10	+15	+22	+36	+18	0	-15	+98	+90
		0	0	0	-18	-36	-51	+40	0
10	14	+18	+27	+43	+21	0	-18	+120	+110
		0	0	0	-21	-43	-61	+50	0
14	18	+18	+27	+43	+21	0	-18	+120	+110
		0	0	0	-21	-43	-61	+50	0
18	24	+21	+33	+52	+26	0	-22	+149	+130
		0	0	0	-26	-52	-74	+65	0
24	30	+21	+33	+52	+26	0	-22	+149	+130
		0	0	0	-26	-52	-74	+65	0
30	40	+25	+39	+62	+31	0	-26	+180	+160
		0	0	0	-31	-62	-88	+80	0
40	50	+25	+39	+62	+31	0	-26	+180	+160
		0	0	0	-31	-62	-88	+80	0
50	65	+30	+46	+74	+37	0	-32	+220	+190
		0	0	0	-37	-74	-106	+100	0
65	80	+30	+46	+74	+37	0	-32	+220	+190
		0	0	0	-37	-74	-106	+100	0
80	100	+35	+54	+87	+43	0	-37	+260	+220
		0	0	0	-43	-87	-124	+120	0
100	120	+35	+54	+87	+43	0	-37	+260	+220
		0	0	0	-43	-87	-124	+120	0
120	140	+40	+63	+100	+50	0	-43	+305	+250
		0	0	0	-50	-100	-143	+145	0
140	160	+40	+63	+100	+50	0	-43	+305	+250
		0	0	0	-50	-100	-143	+145	0
160	180	+40	+63	+100	+50	0	-43	+305	+250
		0	0	0	-50	-100	-143	+145	0
180	200	+46	+72	+115	+57	0	-50	+355	+290
		0	0	0	-57	-115	-165	+170	0

Tabela. Odchyłki graniczne wałków dla wybranych pasowań

Wymiar nominalny [mm]		Odchyłki graniczne wałków dla wybranych pasowań [μm]							
powyżej	do	h6	k6	p6	r6	h7	h8	d11	h11
6	10	0	+10	+24	+28	0	0	-40	0
		-9	+1	+15	+19	-15	-22	-130	-90
10	14	0	+12	+29	+34	0	0	-50	0
		-11	+1	+18	+23	-18	-27	-160	-110
14	18	0	+12	+29	+34	0	0	-50	0
		-11	+1	+18	+23	-18	-27	-160	-110
18	24	0	+15	+35	+41	0	0	-65	0
		-13	+2	+22	+28	-21	-33	-195	-130
24	30	0	+15	+35	+41	0	0	-65	0
		-13	+2	+22	+28	-21	-33	-195	-130
30	40	0	+18	+42	+50	0	0	-80	0
		-16	+2	+26	+34	-25	-39	-240	-160
40	50	0	+18	+42	+50	0	0	-80	0
		-16	+2	+26	+34	-25	-39	-40	-160
50	65	0	+21	+51	+60	0	0	-100	0
		-19	+2	+32	+41	-30	-46	-290	-190
65	80	0	+21	+51	+62	0	0	-100	0
		-19	+2	+32	+43	-30	-46	-290	-190
80	100	0	+25	+59	+73	0	0	-120	0
		-22	+3	+37	+51	-35	-54	-340	-220
100	120	0	+25	+59	+76	0	0	-120	0
		-22	+3	+37	+54	-35	-54	-340	-220
120	140	0	+28	+68	+88	0	0	-145	0
		-25	+3	+43	+63	-40	-63	-395	-250
140	160	0	+28	+68	+90	0	0	-145	0
		-25	+3	+43	+65	-40	-63	-395	-250
160	180	0	+28	+68	+93	0	0	-145	0
		-25	+3	+43	+68	-40	-63	-395	-250
180	200	0	+33	+79	+106	0	0	-170	0
		-29	+4	+50	+77	-46	-72	-460	-290

Tolerancje geometryczne

Rys. Elementy ramki tolerancji: 1 – ramka tolerancji, 2 – symbol właściwości geometrycznej, 3 – wartość liczbową tolerancji, 4 – element odniesienia (baza główna, drugorzędna, trzeciorzędna)

Tabela. Dodatkowe symbole

Opis	Symbol
identyfikator elementu tolerowanego dookoła (profil)	
identyfikator elementu tolerowanego ze wszystkich stron (profil)	
oznaczenie płaszczyzny przekroju	
oznaczenie płaszczyzny kierunku	



oznaczenie elementu kierującego	
dowolny przekrój poprzeczny	ASC
wymiar teoretycznie dokładny (TED)	

Tabela. Symbole tolerancji geometrycznych (charakterystyk geometrycznych)




















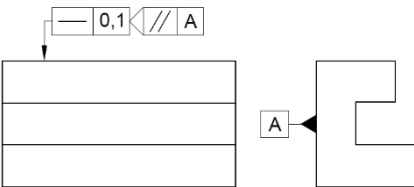
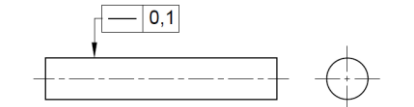
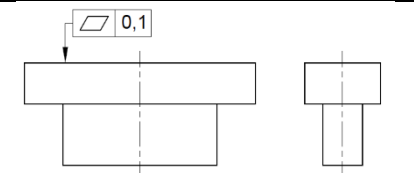
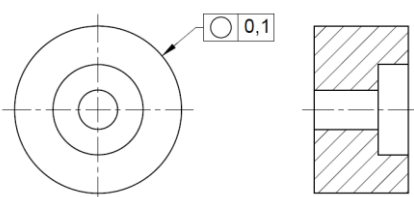
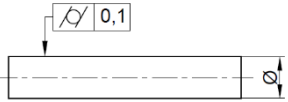
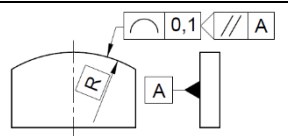
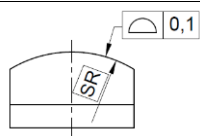
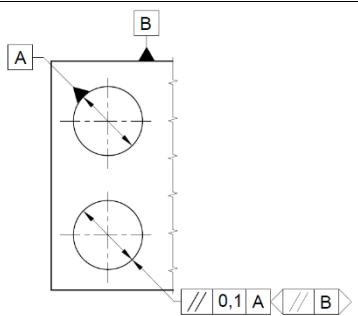
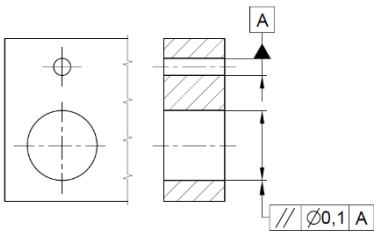
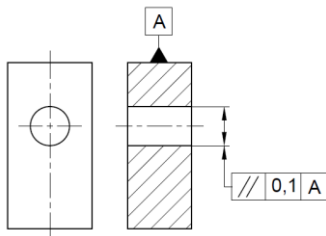
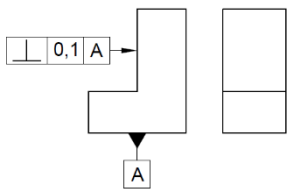
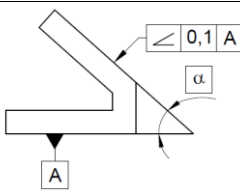
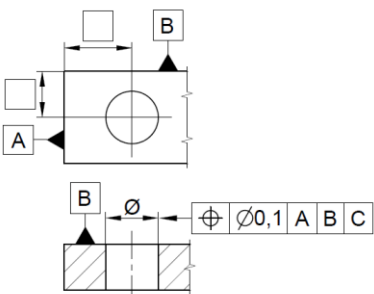
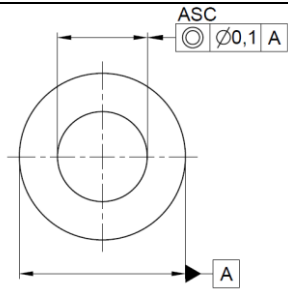
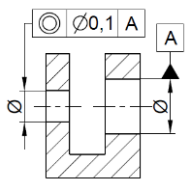
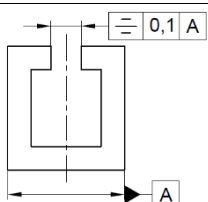
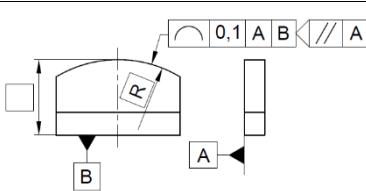
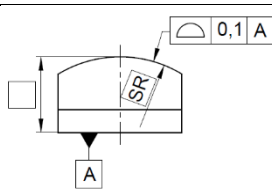
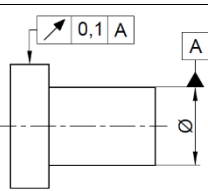
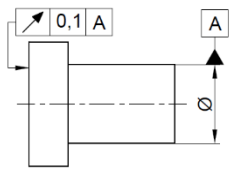
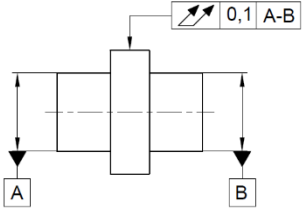
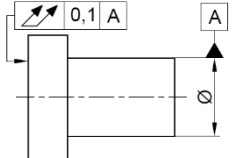
Specyfikacja	Charakterystyka	Symbol	Wymagany element odniesienia
kształtu	prostoliniowość		nie
	płaskość		nie
	okrągłość		nie
	walcowość		nie
	profil linii		nie
	profil powierzchni		nie
kierunku	równoległość		tak
	prostopadłość		tak
	nachylenie		tak
	profil linii		tak
	profil powierzchni		tak
położenia	pozycja		tak
	współśrodkowość (dla punktów środkowych)		tak
	współosiowość (dla linii środkowych)		tak
	symetria		tak
	profil linii		tak
	profil powierzchni		tak
bicia	bicie obwodowe		tak
	bicie całkowite		tak

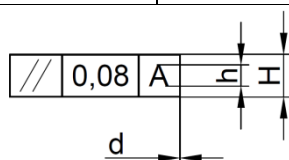
Tabela. Charakterystyki geometryczne

Charakterystyka	Zapis tolerancji na rysunku	Interpretacja
prostoliniowość		Każda prosta zaobserwowana na górnej powierzchni, jak zostało wyspecyfikowane za pomocą oznaczenia płaszczyzny przekroju, powinna zawierać się między dwiema prostymi równoległymi odległymi od siebie o 0,1 mm.
prostoliniowość		Każda prosta zaobserwowana przekroju wzdłużnego powierzchni walcowej powinna zawierać się między dwiema prostymi równoległymi odległymi od siebie o 0,1 mm.
płaskość		Płaszczyzna zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi, odległymi od siebie o 0,1 mm.
okrągłość		Linia obwodowa zaobserwowana w dowolnym przekroju powierzchni walcowej powinna zawierać się między dwoma, leżącymi na jednej płaszczyźnie, okręgami współśrodkowymi o różnicy promieni 0,1 mm. Dla powierzchni stożkowej zawsze powinien być oznaczony element kierujący.

walcowość		Powierzchnia walcowa zaobserwowana powinna zawierać się między dwoma walcami współosiowymi o różnicy promieni 0,1 mm.
profil linii – specyfikacja nieodniesiona do bazy		W każdym przekroju równoległym do płaszczyzny stanowiącej bazę A, na której pokazano oznaczenie płaszczyzny przekroju, profil zarysu zaobserwowany powinien zawierać się między dwiema liniami równoodległymi będącymi obwiedniami okręgów o średnicy 0,1 mm, których środki są położone na linii o kształcie geometrycznym teoretycznie dokładnym.
profil powierzchni – specyfikacja nieodniesiona do bazy		Powierzchnia zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema powierzchniami równoodległymi będącymi obwiedniami sfer o średnicy 0,1 mm, których środki są położone na powierzchni o kształcie geometrycznym teoretycznie dokładnym.
równoległość		Specyfikacja równoległości linii środkowej odniesiona do układu baz. Linia środkowa zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi odległymi od siebie o 0,1 mm, które są równoległe do osi stanowiącej bazę A. Płaszczyzny ograniczające pole tolerancji są równoległe do płaszczyzny stanowiącej bazę B, jak wyspecyfikowano za pomocą oznaczenia płaszczyzny kierunku. Baza B jest bazą drugorzędą względem bazy A.
		Specyfikacja równoległości linii środkowej odniesiona do prostej stanowiącej bazę. Linia środkowa zaobserwowana powinna zawierać się w polu walcowym o średnicy 0,1 mm równoległym do osi stanowiącej bazę A. Pole tolerancji jest ograniczone przez walec równoległy do bazy, dlatego wartość tolerancji jest poprzedzona symbolem Ø.
		Specyfikacja równoległości linii środkowej odniesiona do płaszczyzny stanowiącej bazę. Linia środkowa zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi odległymi od siebie o 0,1 mm równoległymi do płaszczyzny stanowiącej bazę A.
prostopadłość		Płaszczyzna zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi, odległymi od siebie o 0,1 mm, które są prostopadłe do płaszczyzny bazowej A. Specyfikację prostopadłości linii środkowej odniesionej do: prostej stanowiącej bazę, układu baz oraz płaszczyzny stanowiącej bazę wprowadza się w analogiczny sposób do specyfikacji równoległości dla tych elementów.
nachylenie		Płaszczyzna zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi, odległymi od siebie o 0,1 mm, które są nachylone pod kątem teoretycznie dokładnym α do płaszczyzny bazowej A. Wymiar teoretycznie dokładny należy podać w ramce.

pozycja		<p>Specyfikacja pozycji może dotyczyć pozycji punktu pochodnego (wartość tolerancji jest poprzedzona symbolem $S\emptyset$), linii środkowej, płaszczyzny środkowej lub powierzchni płaskiej.</p> <p>Linia środkowa zaobserwowana powinna zawierać się w polu walcowym o średnicy 0,1 mm, którego oś pokrywa się z pozycją teoretycznie dokładną rozważanego otworu względem układu płaszczyzn stanowiących bazy A, B i C.</p>
współśrodkowość punktu		<p>Środek zaobserwowany wewnętrznego okręgu w każdym przekroju powinien zawierać się w okręgu o średnicy 0,1 mm, współśrodkowym z punktem stanowiącym bazę A zdefiniowaną w tym przekroju. Pole tolerancji jest ograniczone przez okrąg, dlatego wartość tolerancji jest poprzedzona symbolem \emptyset.</p>
współosiowość linii środkowej		<p>Linia środkowa zaobserwowana tolerowanego walca powinna zawierać się w polu walcowym o średnicy 0,1 mm, którego osią jest oś stanowiąca bazę A. Pole tolerancji jest ograniczone przez walec o średnicy równej wartości tolerancji, dlatego wartość tolerancji jest poprzedzona symbolem \emptyset.</p>
symetria		<p>Powierzchnia środkowa zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi, odległymi od siebie o 0,1 mm, które są rozmieszczone symetrycznie wokół płaszczyzny stanowiącej bazę A.</p>
profil linii – specyfikacja odniesiona do układu baz		<p>W każdym przekroju równoległym do płaszczyzny stanowiącej bazę A, linia profilu zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema liniami równoodległymi, będącymi obwiedniami okręgów o średnicy 0,1 mm, których środki są położone na linii o kształcie geometrycznym teoretycznie dokładnym względem płaszczyzny stanowiącej bazę A i płaszczyzny stanowiącej bazę B.</p>
profil powierzchni – specyfikacja odniesiona do układu baz		<p>Powierzchnia zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema powierzchniami równoodległymi będącymi obwiedniami sfer o średnicy 0,1 mm, których środki są położone na powierzchni o kształcie geometrycznym teoretycznie dokładnym względem płaszczyzny stanowiącej bazę A.</p>
bicie obwodowe promieniowe		<p>Linia zaobserwowana w każdym przekroju poprzecznym płaszczyzną prostopadłą do osi stanowiącej bazę A powinna zawierać się między dwoma, leżącymi na jednej płaszczyźnie, okręgami współśrodkowymi o różnicy promieni 0,1 mm.</p>
bicie obwodowe osiowe		<p>Linia zaobserwowana w każdym przekroju walcowym, którego oś pokrywa się z osią stanowiącą bazę A, powinna zawierać się między dwoma okręgami odległymi od siebie w kierunku osiowym o 0,1 mm.</p>

bicie całkowite promieniowe		Powierzchnia zaobserwowana powinna zawierać się między dwoma walcami współosiowymi o różnicy promieni 0,1 mm, o osiach pokrywających się z prostą stanowiącą bazę wspólną A-B.
bicie całkowite osiowe		Płaszczyzna zaobserwowana powinna zawierać się między dwiema płaszczyznami równoległymi, oddległymi od siebie o 0,1 mm, prostopadłymi do osi stanowiącej bazę A.



Rys. Charakterystyczne wielkości tolerancji geometrycznych

Tabela. Zalecane wymiary wielkości charakterystycznych tolerancji geometrycznych dla pisma rodzaju A

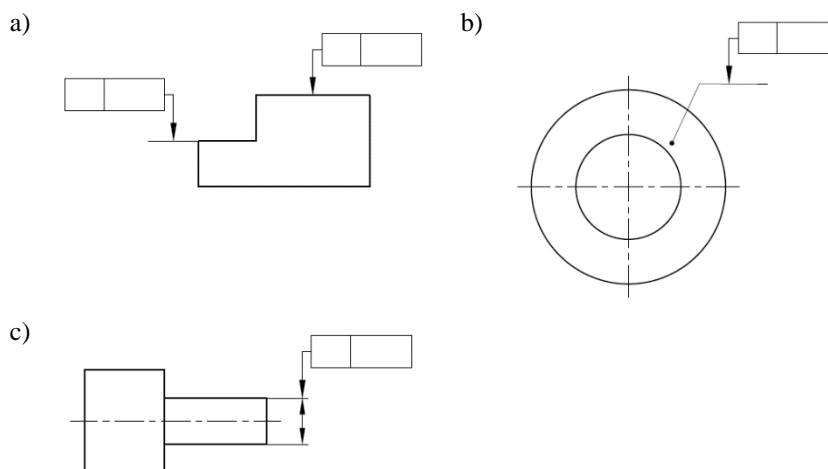
Wielkości charakterystyczne	Wymiary zalecane					
wysokość ramki H	7	10	14	20	28	40
wysokość pisma h	3,5	5	7	10	14	20
grubość linii d	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Wartości w milimetrach.						

Ramki należy umieszczać na rysunku w położeniu poziomym, w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się położenie pionowe, zgodnie z zasadą czytania rysunku od dołu i od prawej strony.

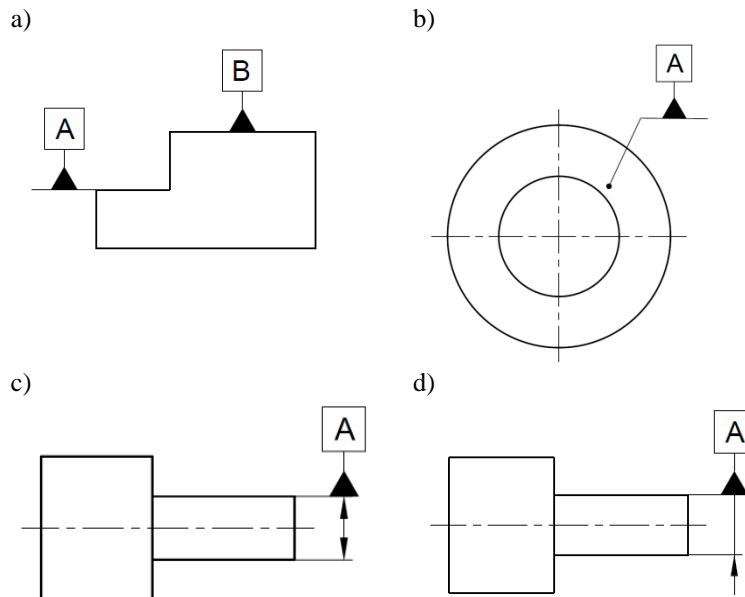
Ramka tolerancji powinna być połączona z tolerowanym elementem linią ciągłą cienką zakończoną grotem jednym z następujących sposobów:

- na linii zarysu elementu lub na przedłużeniu linii zarysu (wyraźnie w pewnej odległości od linii wymiarowej), jeżeli tolerancja dotyczy wskazanej linii lub powierzchni (rys. a), grot może być umieszczony na linii odniesienia, wówczas linia wskazująca wskazuje powierzchnię (rys. b),
- jako przedłużenie linii wymiarowej, jeżeli tolerancja dotyczy linii środkowej, powierzchni środkowej lub punktu zdefiniowanego przez tak zwymiarowany element (rys. c).

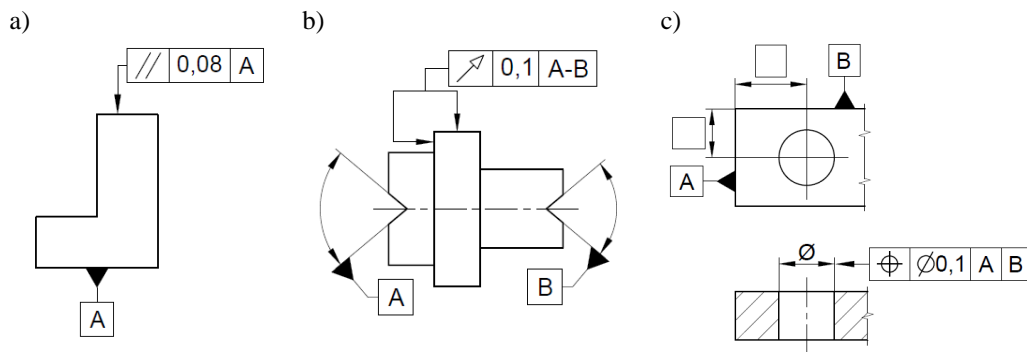
Grot powinien być zwrócony w kierunku, w którym odchyłka ma być mierzona.



Rys. Umieszczenie ramki tolerancji: a) na linii zarysu oraz na jej przedłużeniu, b) na linii odniesienia, c) na przedłużeniu linii wymiarowej



Rys. Sposoby przedstawiania bazy: a) na linii zarysu oraz na jej przedłużeniu, b) na linii odniesienia, c) na przedłużeniu linii wymiarowej



Rys. Sposoby przedstawiania tolerancji geometrycznych: a) przedstawienie ramki tolerancji i trójkąta bazy, b) oś jako wspólny element odniesienia, c) różne bazy

Tabela. Wartości tolerancji współosiowości*, współśrodkowości*, symetrii*, przecinania osi* oraz bicia promieniowego

Przedział wymiarów nominalnych [mm]	Szeregi tolerancji				
	5	6	7	8	9
	Wartości tolerancji [μm]				
...	...				
powyżej 18 do 30	10	16	25	40	60
powyżej 30 do 50	12	20	30	50	80
powyżej 50 do 120	16	25	40	60	100
powyżej 120 do 250	20	30	50	80	120
...	...				

* Tolerancje współosiowości, współśrodkowości, symetrii i przecinania osi wyrażono średnicowo

Tabela. Wartości tolerancji prostoliniowości i płaskości

Przedział wymiarów nominalnych [mm]	Szeregi tolerancji				
	5	6	7	8	9
	Wartości tolerancji [μm]				
...	...				
powyżej 16 do 25	2,5	4	6	10	16
powyżej 25 do 40	3	5	8	12	20
powyżej 40 do 63	4	6	10	16	25
powyżej 63 do 100	5	8	12	20	30
powyżej 100 do 160	6	10	16	25	40

powyżej 160 do 250	8	12	20	30	50
...	...				

Tabela. Wartości tolerancji okrągłości, walcowości i zarysu przekroju wzdłużnego powierzchni walcowej

Przedział wymiarów nominalnych [mm]	Szeregi tolerancji				
	5	6	7	8	9
	Wartości tolerancji [μm]				
...	...				
powyżej 18 do 30	4	6	10	16	25
powyżej 30 do 50	5	8	12	20	30
powyżej 50 do 120	6	10	16	25	40
powyżej 120 do 250	8	12	20	30	50
...	...				

Tabela. Wartości tolerancji równoległości, prostokątności, nachylenia i bicia osiowego

Przedział wymiarów nominalnych [mm]	Szeregi tolerancji				
	5	6	7	8	9
	Wartości tolerancji [μm]				
...	...				
powyżej 16 do 25	4	6	10	16	25
powyżej 25 do 40	5	8	12	20	30
powyżej 40 do 63	6	10	16	25	40
powyżej 63 do 100	8	12	20	30	50
powyżej 100 do 160	10	16	25	40	60
powyżej 160 do 250	12	20	30	50	80
...	...				

Tolerancje ogólne

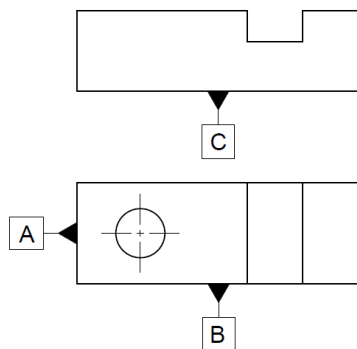
Niektóre elementy geometryczne na rysunkach konstrukcyjnych przedmiotu mają podane jedynie wartości wymiarów nominalnych. Do takich wymiarów oraz odchyłek kształtu i położenia stosuje się tolerancje ogólne. Tolerancje ogólne przyjmuje się w tolerancji warsztatowej w zakresie jednej klasy (najczęściej IT14), łatwo uzyskiwanej w procesie wytwarzania i stosowanej w celu obniżenia kosztów wytwarzania i kontroli. Wartość tolerancji geometrycznych zależy od rodzaju obróbki.

Tabela. Tolerancje ogólne wymiarów liniowych

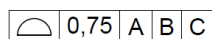
Klasa tolerancji	Przedział wymiarów liniowych L [mm]					
	$0,5 < L \leq 3$	$3 < L \leq 6$	$6 < L \leq 30$	$30 < L \leq 120$	$120 < L \leq 400$	$400 < L \leq 1000$
f	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
m	0,2	0,2	0,4	0,6	1	1,6
c	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4
v	–	1	2	3	5	8
Wartości w milimetrach.						

Tabela. Tolerancje ogólne wymiarów kątowych

Klasa tolerancji	Przedział wymiarów nominalnych długości krótszego ramienia kąta [mm]				
	do 10	10...50	50...120	120...400	ponad 400
f	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$
m	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$
c	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$
v	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$



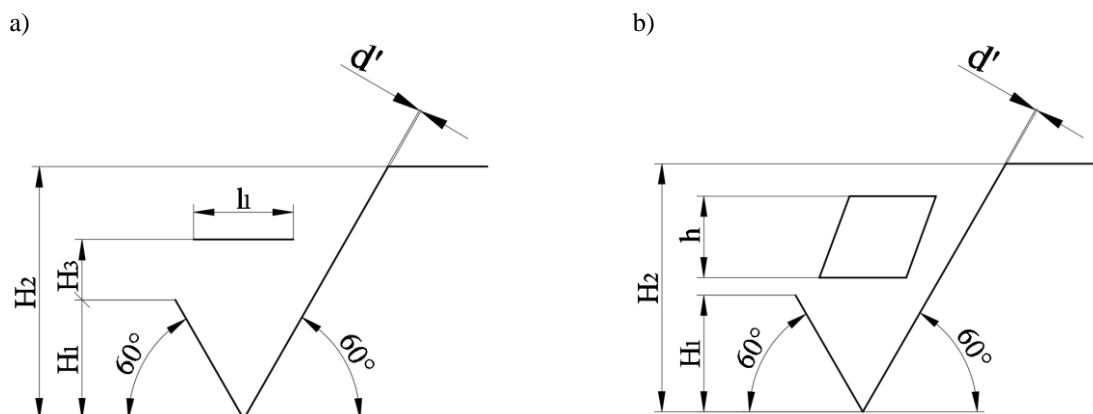
Tolerancje ogólne ISO 22081.



Rys. Przedstawienie ogólnych tolerancji geometrycznych na rysunku technicznym

Na rysunku technicznym maszynowym tolerancje ogólne wymiarów podaje się w adnotacjach, na przykład: ISO 2768-m.

Chropowość powierzchni



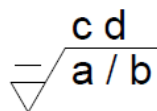
Rys. Graficzny symbol chropowości dla oznaczenia: a) struktury geometrycznej powierzchni metodami profilowymi, b) przestrzennej struktury geometrycznej powierzchni

Tabela. Wymiary symbolu graficznego chropowości

Wysokość cyfr i liter, h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Grubość linii dotyczących symboli d'	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Grubość linii dotyczących pisma d							
Wysokość H ₁	3,5	5	7	10	14	20	28
Wysokość H ₂ (minimum)*	7,5	10,5	15	21	30	42	60
Wysokość H ₃	2	2,5	3,5	5	7	10	14
Długość l ₁	3	4,5	6	8,5	12	17	24
*H ₂ zależy od liczby linii w oznaczeniu							
Wartości w milimetrach.							

Miejsca podawania informacji dotyczących różnorodnych wymagań struktury geometrycznej powierzchni w kompletnym symbolu:

- miejsce a – pierwsze wymagania dotyczące struktury geometrycznej powierzchni,
- miejsce b – drugie lub kolejne wymagania struktury geometrycznej powierzchni,
- miejsce c – metoda wytwarzania, obróbki, powlekania lub inne wymagania dotyczące sposobu wytwarzania,
- miejsce d – symbol nierówności powierzchni i ich kierunku.



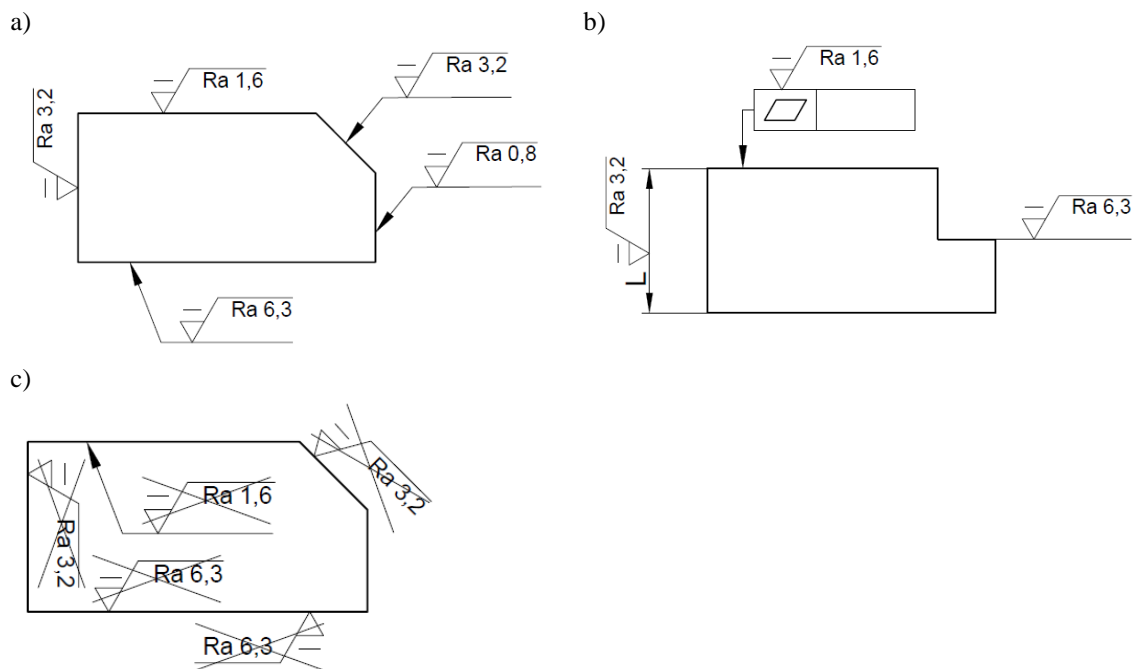
Rys. Miejsca dotyczące wymagań struktury powierzchni

Tabela. Klasyfikacja i oznaczenie kierunkowości struktury geometrycznej

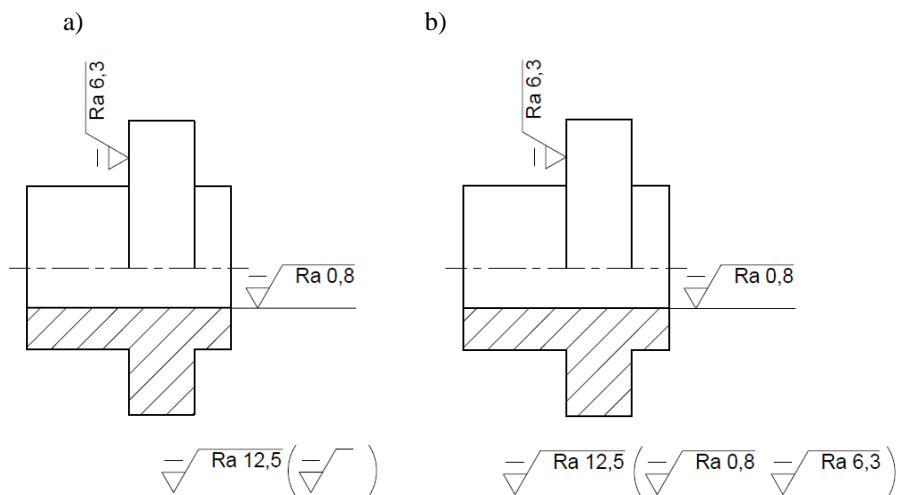
Rodzaj kierunkowości	Odmiana kierunkowości	Przykłady sposobu obróbki	Symbol	Interpretacja
jednokierunkowa	równoległa do krawędzi powierzchni w rzucie, na którym użyty jest symbol	toczenie wzdłużne, struganie, dłutowanie, przeciąganie	=	
	prostopadła do krawędzi w rzucie, na którym użyty jest symbol	toczenie wzdłużne, struganie, dłutowanie, przeciąganie	⊥	
	współśrodkowa	toczenie czołowe, frezowanie czołowe	C	
wielokierunkowa	skrzyżowana	frezowanie czołowe, dogładzanie	X	
	nieuporządkowana	skrobanie, docieranie	M	
	promieniowa	szlifowanie czołowe	R	
bezkierunkowa	punktowa	obróbka elektroiskrowa, piaskowanie (obróbka strumieniowo-ścierna), niektóre odlewy	P	

Tabela. Symbole graficzne chropowatości i ich znaczenie

Symbol	Opis
	Każdy sposób wytwarzania jest dopuszczalny. Symbol ten stosuje się również do oznaczania zbiorczego.
	Jest wymagane usunięcie materiału w celu uzyskania określonej powierzchni, na przykład przez obróbkę skrawaniem.
	Nie dopuszcza się usunięcia materiału w celu uzyskania określonej chropowatości powierzchni. Stosuje się wówczas obróbkę na przykład nagniataniem.



Rys. Przedstawianie kierunku czytania wymagań struktury geometrycznej powierzchni:
a) poprawne, b) poprawne, c) niepoprawne



Rys. Przedstawianie oznaczenia zbiorczego

Tabela. Chropowość powierzchni wyrażona parametrem Ra

Wartości parametru Ra [μm] uzyskiwane przy różnych metodach obróbki							
toczenie	frezowanie	struganie	wiercenie	przeciąganie	szlifowanie	polerowanie	docieranie
0,8 ÷ 25	0,8 ÷ 25	3,2 ÷ 25	12,5 ÷ 25	0,1 ÷ 6,3	0,1 ÷ 6,3	0,1 ÷ 1,6	0,1 ÷ 3,2
Znormalizowany szereg wartości parametru Ra [μm] zalecany przez PN							
0,012; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400							