

ROZDZIAŁ IV

Tolerancje położenia

1. Informacje podstawowe

Dotychczas rozważane były głównie tolerancje i pasowania dwóch współpracujących ze sobą części maszyny. Były to ogólnie rzecz biorąc wałek i otwór. Ich współpraca sprowadzała się do ustalenia formy skojarzenia (luz albo wcisk) i doboru odpowiednich odchyłek dla obu części. Dużo trudniejszym zadaniem jest skojarzenie wzajemne kilku elementów naraz. Przykładem może być sprzęgło sworzniowe – rys. 1. W jednej połówce mamy kilka otworów (na rysunku 1 są 4 otwory), a w drugiej tyle samo wystających sworzni. Sworznie powinny wsuwać się w otwory w każdym położeniu tarcz bez nadmiernego luzu. Oznacza to konieczność pasowania otworów i sworzni oraz ich rozstawu na tarczach. Przy tym przez rozmieszczenie na tarczach należy rozumieć rozstaw kątowy jak i średnicę podziałową Dp. Wszystkie te parametry należy stolerować tak, aby były wykonalne, a jednocześnie wyrób nie zatracił swoich cech funkcjonalnych. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że przesunięcie jednego otworu (sworznia) pociąga za sobą zmianę rozstawu sąsiednich. W podanym przykładzie sprzęgła sworzniowego mamy do czynienia z tolerancją średnic sworzni i otworów, ich położenia na średnicy podziałowej oraz rozstawu kąтового. Dla tego układu tolerancja otworu musi „pomieścić” tolerancję sworzni oraz tolerancję ich położenia. Jest więc znacznie większa niż dla pojedynczej pary sworzni-otwór. Tak więc pełne stolerowanie wykonania obejmuje: wymiar, kształt i położenie wzajemne poszczególnych powierzchni. Odchyłki kształtu mieszczą się najczęściej w tolerancji wymiaru. Osobnym zagadnieniem jest położenie wzajemne wymiarowanych płaszczyzn, krawędzi i osi symetrii. W tym miejscu należy wyjaśnić pojęcie „średnica podziałowa”, najczęściej oznaczana symbolem Dp. Jest to okrąg teoretyczny, na którym znajdują się elementy (otwory, sworznie, kołki itp.), których położenie musi być współśrodkowe. Choć na rysunku okrąg ten jest teoretyczny, to w praktyce, dla dobrego wyznaczenia położenia tych elementów najczęściej rysuje się go cyrklem lub zatacza nożem na tokarce.

Rysunek 1 przedstawia sprzęgło sworzniowe. Choć składa się z dwóch brył, to tolerancje dotyczą powierzchni płaskiej. W praktyce najczęściej sprowadzamy elementy tolerowane do płaszczyzny – ułatwia to rozpatrywanie zagadnienia. Zagadnienie to dobrze opisuje norma PN-93/M-01122 „Rysunek techniczny maszynowy. Tolerancje kształtu i położenia. Tolerowanie pozycji” Norma ta podaje też kluczowe w tym zakresie zasady. Są to:

„pkt.3. Założenia dotyczące tolerancji pozycji

3.1. Podstawowymi częściami składowymi odnoszonymi się do tolerancji pozycji są wymiary nominalne, pola tolerancji i elementy odniesienia.

3.2. Zasada podstawowa

W metodzie tolerowania pozycji wymiary nominalne i tolerancje pozycji określają położenie elementów takich, jak punkty, osie i płaszczyzny symetrii względem siebie lub w stosunku do jednego lub więcej elementów odniesienia. Pole tolerancji jest rozmieszczone symetrycznie względem położenia nominalnego.

Uwaga. Zgodnie z niniejszą zasadą, tolerancje pozycji nie sumują się, gdy wymiary nominalne występują w łańcuchu wymiarowym.

3.3. Tolerancje pozycji związane z rozpatrywanym elementem odniesienia

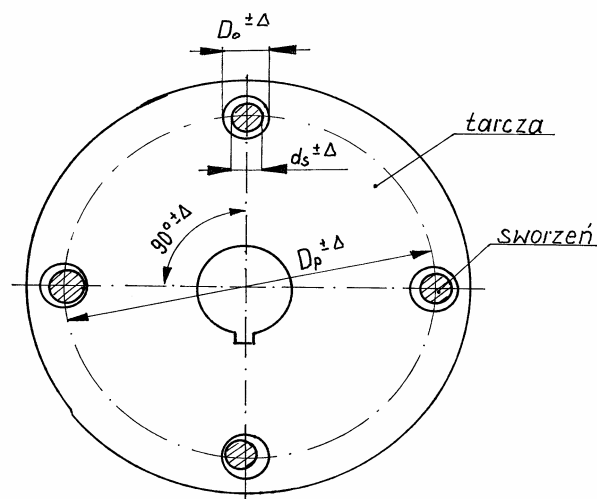
Jeżeli pole tolerancji pozycji jest prostopadłe do rozpatrywanego elementu, to nie jest wymagane oznaczanie na rysunku kąta prostego

3.4. Tolerancje pozycji elementów rozmieszczonych na pełnym okręgu

W celu określenia tolerancji pozycji elementów rozmieszczonych na pełnym okręgu, na przykład na średnicy podziałowej, przyjmuje się, jeśli nie ustalono inaczej, że elementy te są rozmieszczone równomiernie w położeniu nominalnym.

Jeśli dwie lub więcej grupy elementów są związane z tą samą osią, powinny być rozważane jako jeden pojedynczy układ, chyba, że ustalono inaczej poprzez podanie odpowiedniego wymagania.”

Rysunek 1 przedstawia taki właśnie układ: otwór, kanałek wpustowy, średnica podziałowa i zewnętrzna oraz cztery otwory pod sworznie.



Rys. 1. Sprzęgło sworzniowe. Otwory i sworznie

W dziedzinie położenia wzajemnego części maszyn mamy szereg innych kombinacji możliwych odchyłek. Opisuje je norma PN-78/M-02137 „Tolerancje kształtu i położenia. Nazwy i określenia”. Oto niektóre z nich oraz używane symbole i nazwy:

- „D – odchyłka kształtu, odchyłka położenia lub odchyłka złożona położenia i kształtu,
- T – tolerancja kształtu, tolerancja położenia lub tolerancja złożona położenia i kształtu,
- T/2 – tolerancja położenia lub tolerancja złożona położenia i kształtu wyrażona promieniowo” (oznaczenie T/2 związane jest z promieniem okręgu R, czyli połową średnicy D/2, stąd też odchyłka całego okręgu (średnicowa) T podzielona jest na pół),
- „L – wymiar długości określający obszar cząstkowy,
- λ – kąt określający obszar cząstkowy,
- obszar cząstkowy to część powierzchni, zarysu (lub linii), do którego odnosi się tolerancja i odchyłka kształtu lub położenia elementu; jeżeli obszaru nie określono, to tolerancja lub odchyłka odnosi się do całej powierzchni lub długości rozpatrywanego elementu,
- położenie nominalne to położenie rozpatrywanego elementu (powierzchni, zarysu lub linii) określone wymiarami nominalnymi długości i kąta względem elementu odniesienia lub innego rozpatrywanego elementu (w przypadku, gdy element odniesienia nie jest wyznaczony); na rys. 1 zaznaczone są osie symetrii, które stanowią element odniesienia,
- położenie rzeczywiste to położenie rozpatrywanego elementu (powierzchni, zarysu lub linii) określone wymiarami zaobserwowanymi długości i kąta względem elementu odniesienia lub innego rozpatrywanego elementu (w przypadku, gdy element odniesienia nie jest wyznaczony); na rys. 1 rzeczywiste położenie sworzni odbiega od nominalnego,
- odchyłka położenia to różnica położenia rzeczywistego rozpatrywanego elementu i jego położenia nominalnego; różnica położenia zaobserwowanego sworzni od położenia nominalnego stanowi odchyłkę, tolerancję na rys. 1. oznaczono $\pm D$,
- tolerancja położenia to największa dopuszczalna odchyłka położenia ograniczająca przedział odchyłek dopuszczalnych,
- pole tolerancji położenia to obszar w przestrzeni lub na wyznaczonej płaszczyźnie, wewnątrz którego w granicach obszaru cząstkowego powinien być zawarty element przylegający, oś, środek lub płaszczyzna symetrii. Szerokość lub średnica pola tolerancji określona jest wartością tolerancji, a położenie pola względem elementów odniesienia określone jest położeniem nominalnym rozpatrywanego elementu.”

Norma PN-78/M-02137 definiuje następujące rodzaje odchyłek i związane z nimi tolerancje:

- odchyłka i tolerancja równoległości, w tym; płaszczyzn, osi, prostych na płaszczyźnie, osi w przestrzeni,
- odchyłka i tolerancja prostopadłości, w tym; płaszczyzn, osi, osi względem płaszczyzny, osi względem osi,
- odchyłka i tolerancja nachylenia, w tym; płaszczyzny względem płaszczyzny, osi względem osi,
- odchyłka i tolerancja współosiowości, w tym; współosiowości względem osi powierzchni odniesienia, współosiowości względem osi wspólnej,
- odchyłka i tolerancja symetrii, w tym; względem płaszczyzny symetrii, względem płaszczyzny symetrii wspólnej,
- odchyłka i tolerancja pozycji,
- odchyłka przecinania się osi.

Do tego trzeba dodać odchyłki i tolerancje złożone, m.in.:

- bicia promieniowego i osiowego,
- bicia promieniowego i osiowego całkowitego,
- kształtu wyznaczonego zarysu,
- kształtu wyznaczonej powierzchni,
- równoległości i płaskości równocześnie,
- prostopadłości i płaskości równocześnie,
- nachylenia i płaskości równocześnie,

oraz tolerancje kształtu przedmiotów:

- prostoliniowości,
- płaskości,
- okrągłości,
- walcowości,
- zarysu przekroju wzdłużnego.

W/w norma szczegółowo opisuje te i inne przypadki podając przykłady rysunkowe.

W dalszych rozważaniach zajmiemy się tylko odchyłkami (błędami) położenia. Nazwy i oznaczenia tolerancji podają normy PN-87/M-01145 „Rysunek techniczny maszynowy. Tolerancje kształtu i po-

łożenia. Oznaczanie na rysunkach” i PN-EN ISO 7083 „Rysunek techniczny maszynowy. Symbole tolerancji geometrycznych. Proporcje i wymiary.” W tabeli 1 podane są niektóre tolerancje kształtu:

Tabela 1. Oznaczenia tolerancji kształtu i położenia

	tolerancja prostoliniowości
	tolerancja płaskości
	tolerancja okrągłości
	tolerancja walcowości
	tolerancja zarysu przekroju wzdłużnego
	tolerancja równoległości
	tolerancja prostopadłości
	tolerancja nachylenia
	tolerancja współosiowości
	tolerancja symetrii
	tolerancja pozycji
	tolerancja przecinania się osi
	tolerancja bicia promieniowego tolerancja bicia osiowego tolerancja bicia w wyznaczonym kierunku
	tolerancja bicia promieniowego całkowitego tolerancja bicia osiowego całkowitego
	tolerancja kształtu wyznaczonego zarysu
	tolerancja kształtu wyznaczonej powierzchni

Natomiast wartości liczbowe odchyłek podaje norma PN-80/M-02138 „Tolerancje kształtu i położenia. Wartości”. Tabele 2 i 3 pochodzące z tej normy podają przykładowe wartości tych tolerancji .

Tabela 2. Tolerancje równoległości, prostokątności, nachylenia, bicia osiowego i bicia osiowego całkowitego

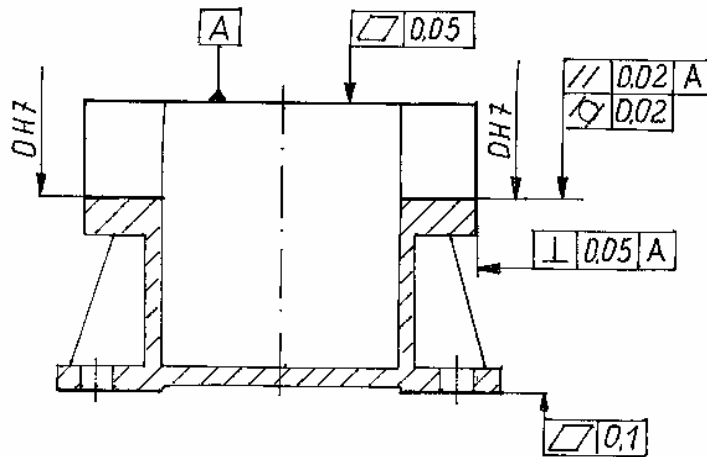
Przedziały wymiarów		szeregi tolerancji															
powyżej	do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mm		μm												mm			
	10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
10	16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
16	25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
25	40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
40	63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
63	100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
100	160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
160	250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
250	400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
400	630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
630	1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
1000	1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
1600	2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
2500	4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
4000	6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
6300	10 000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Tabela 3. Tolerancje współosiowości, współśrodkowości, symetrii, przecinania się osi oraz bicia promieniowego i bicia promieniowego całkowitego

Przedziały wymiarów		szeregi tolerancji															
powyżej	do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mm		μm												mm			
	3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
3	10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
10	18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
18	30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
30	50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
50	120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
120	250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
250	400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
400	630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
630	1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
1000	1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
1600	2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

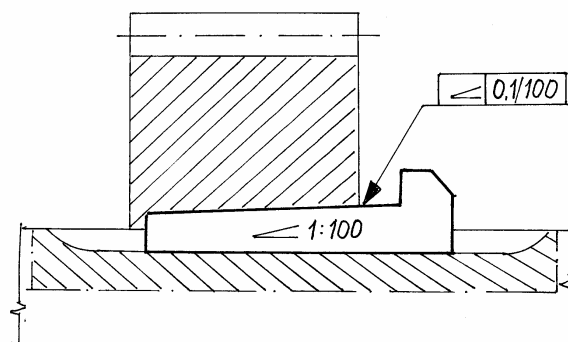
2. Przykłady zastosowań tolerancji położenia

1. Odchyłka równoległości i prostokątności płaszczyzn występuje najczęściej w korpusach dzielonych, prowadnicach, torach jezdnych, sprzęgłach dzielonych itp. Są to często elementy duże, a mimo to muszą być wykonane bardzo dokładnie. Często tolerancja równoległości i prostokątności występuje łącznie z innymi tolerancjami, jak np. równoległości lub prostokątności osi otworów w korpusie i tolerancją średnicy tych otworów, a także płaskości tych płaszczyzn. Na rys. 2. pogrubioną linią zaznaczono powierzchnie tolerowane.



Rys. 2. Korpus przekładni

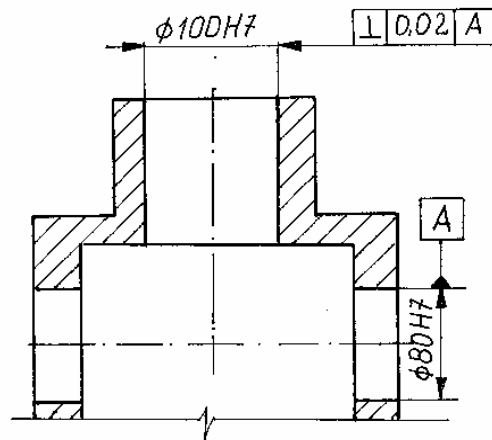
2. Odchyłka i tolerancja nachylenia występuje rzadziej, gdyż najczęściej spotykanymi w budowie maszyn kątami jest kąt prosty 90° i 0° , czyli prostota lub równoległość. Duże znaczenie ma odchyłka nachylenia w klinach i rowkach klinowych, co było omawiane wcześniej przy okazji tolerowania kątów.



Rys. 3. Klin

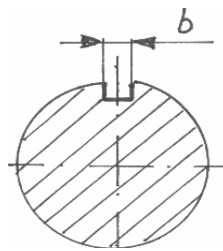
3. Odchyłka i tolerancja współosiowości i współśrodkowości występuje najczęściej w korpusach przekładni. Dla prawidłowej pracy wału, zwłaszcza na łożyskach tocznych, oba gniazda łożyskowe muszą znajdować się idealnie w jednej osi. Niektóre rodzaje łożysk mogą pracować w pewnym niewielkim wychyleniu, ale np. kulkowe mają dopuszczalne wychylenie na poziomie tylko paru minut kątowych. Również części łączone muszą wykazywać się dużą współosiowością. Dotyczy to głównie sprzęgieł dzielonych, gdzie wysokie obroty, przy niewspółosiowości obu połówek mogą szybko doprowadzić do ich zniszczenia. Podobnie łączenie elementów na śruby

pasowane wymaga, aby otwory były dokładnie współosiowe. W tym miejscu często występuje przy ich wymiarowaniu tzw. „lustrzane odbicie”, czyli wykonanie wg symetrii odwróconej.



Rys. 4. Gniazda pod łożyska korpusu przekładni

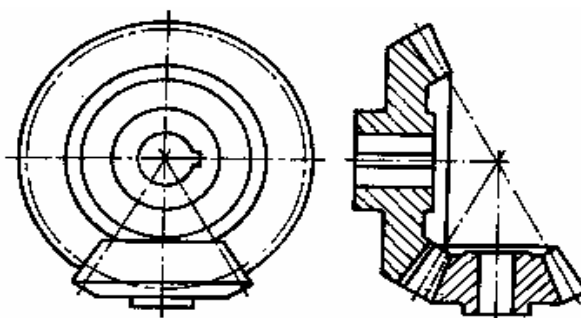
- Odchyłka i tolerancja symetrii występuje najczęściej w konstrukcji otworów, wałów i osi, na których osadzone są np. koła zębate poprzez wpusty i kliny. Rowki na te łączniki muszą być wykonane dokładnie symetrycznie w osi wału i koła, gdyż inaczej montaż będzie utrudniony lub wręcz niemożliwy. Może nastąpić tzw. darcie wpustu z jednoczesnym uszkodzeniem rowków wpustowych. Problem nabiera szczególnej wagi, gdy wał z kołem połączone są dwoma lub trzema wpustami. Mamy tu do czynienia z tolerancją rozstawu kąowego oraz jednocześnie tolerancją szerokości rowków i wpustów. Również otwory pod śruby w częściach typu tarcza wykonywane są symetrycznie względem osi tarczy, przykładem mogą być sprzęgła sworzniowe, które mogą mieć nawet kilkanaście otworów i sworzni. Tolerowany jest jednocześnie ich rozstaw kątowy, położenie na średnicy podziałowej oraz średnica otworów i sworzni.



Rys. 5. Wał z rowkiem wpustowym

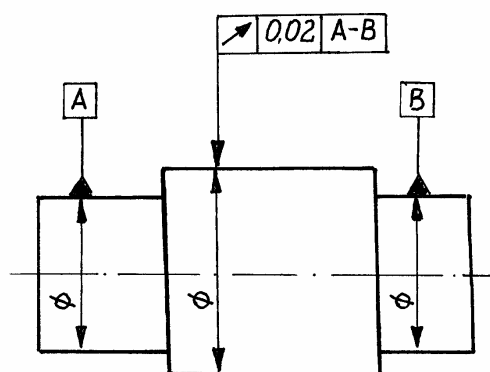
- Odchyłka i tolerancja przecinania się osi występuje np. w przekładniach kątowych rys. 6. Osie wałka napędowego i napędzanego muszą być dokładnie prostopadłe. Nadmierna odchyłka w tym względzie skutkuje przyspieszonym zużyciem lub nawet awarią. W mniejszym stopniu, ale również ważna jest prostopadłość osi wałków w przekładni ślimakowej. Obrabiarki takie jak

frezarki, dłutownice i wytaczarki muszą mieć dokładnie prostopadłe prowadnice narzędzia i przedmiotu obrabianego. Przecinanie się osi pod kątem 90° jest w budowie maszyn często spotykanym zagadnieniem.



Rys. 6. Koła zębate stożkowe

6. Odchyłka i tolerancja bicia występuje w wałkach stopniowanych oraz kołach, zwłaszcza zębatych. Wynika to stąd, że trudno wykonać je na jednej maszynie i w dodatku z jednego zamocowania. Zmiana maszyny, a nawet zamocowania na tej samej obrabiarce powoduje przestawienie osi poszczególnych czopów na wale lub osi otworu i powierzchni zewnętrznej w kole. Powstaje mała mimośrodowość lub po prostu brak współśrodkowości. Taki efekt nazywamy biciem promieniowym. Odchylenie od równoległości płaszczyzn czołowych daje bicie osiowe (poosiowe). Dobra praca zwłaszcza kół zębatych i łożysk tocznych wymaga, aby bicie miało znikomą wartość. Dotyczy to zwłaszcza bazy, którą dla części obrotowych są czopy łożysk. Rys. 7. przedstawia wałek z dwoma czopami łożyskowymi (baza), względem których określane jest bicie czopa środkowego, np. pod koło zębate.

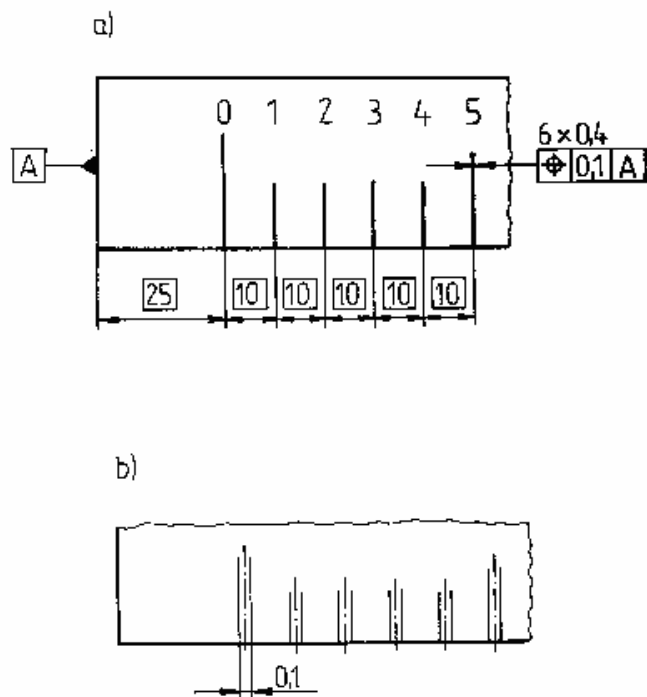


Rys. 7. Wałek stopniowany

7. Odchyłka i tolerancja pozycji ma zastosowanie w konstrukcjach łączonych większą liczbą śrub, nitów lub kołków, w urządzeniach składających się z kilku części, niezależnie od sposobu ich łączenia, w płytach z otworami zwłaszcza kształtowymi, w instalacjach smarowniczych i paliwowych. Tolerowanie pozycji (położenia) jak widać może mieć charakter przestrzenny.

Zagadnienie tolerowania pozycji opisuje norma PN-93/M-01122 „Rysunek techniczny maszynowy. Tolerancje kształtu i położenia. Tolerowanie pozycji”. Norma ta definiuje zasadę podstawową tolerowania pozycji, która brzmi: „W metodzie tolerowania pozycji wymiary nominalne i tolerancje pozycji określają położenie elementów takich, jak punkty, osie i płaszczyzny symetrii, względem siebie lub w stosunku do jednego lub więcej elementów odniesienia. Pole tolerancji jest rozmieszczone symetrycznie względem położenia nominalnego”.

Na co dzień spotykamy się z narzędziami pomiarowymi, np. suwmiarką. Kresy na jej podziałce nanoszone są oczywiście z określoną tolerancją pozycji. Poniższy rysunek 8 pochodzący z tej normy ilustruje tolerowanie pozycji.



Rys. 8. Suwmiarka. Fragment podziałki milimetrowej

Oczywiście zamiast kres równie dobrze mogą to być np. otwory w płycie.

3. Wartości niektórych tolerancji kształtu i położenia

Norma PN-80/M-02138 „Tolerancje kształtu i położenia. Wartości” podaje wartości w/w tolerancji dla 16 klas dokładności, tabela nr 4 i 5.

Jako wymiar tolerowany (przedział wymiarów) należy uważać największą średnicę lub długość odcinka cząstkowego lub, jeżeli odcinek ten nie został określony, wymiar nominalny rozpatrywanego elementu.

Tabela 4. Tolerancje równoległości, prostokątności, nachylenia, bicia osiowego i bicia osiowego całkowitego

Przedziały wymiarów		szeregi tolerancji															
powyżej	do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mm		μm												mm			
	10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
10	16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
16	25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
25	40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
40	63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
63	100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
100	160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
160	250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
250	400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
400	630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
630	1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
1000	1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
1600	2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
2500	4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
4000	6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
6300	10 000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Tabela 5. Tolerancje współosiowości, współśrodkowości, symetrii, przecinania się osi oraz bicia promieniowego i bicia promieniowego całkowitego

Przedziały wymiarów		szeregi tolerancji															
powyżej	do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mm		μm												mm			
	3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
3	10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
10	18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
18	30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
30	50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
50	120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
120	250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
250	400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
400	630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
630	1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
1000	1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
1600	2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

4. Uwagi końcowe

Podstawowe zależności wykonywania tolerowania podaje norma PN-88/M-01142 „Rysunek techniczny maszynowy. Wymiarowanie. Podstawowa zasada tolerowania”:

„p.2. Podstawowa zasada tolerowania

2.1. Tolerowanie wymiarów, kątów, kształtu i położenia elementów

Wymiary (np. długość, grubość, średnicę) i kąty należy tolerować przez podawanie indywidualnych zapisów odchyłek granicznych (tolerancji) i (lub) tolerancji ogólnych wymiarów wg PN-87/N-01621, (zastąpiona przez PN/ISO 406)

Kształt i (lub) położenie elementów należy tolerować przez podanie indywidualnych oznaczeń graficznych wg PN-87/M-01145 i (lub) tolerancji ogólnych kształtu i położenia i (lub) tolerancji ogólnych kształtu i położenia i (lub) zasady powierzchni przylegających.

2.2. Zależność między tolerancjami wymiarów, kątów a tolerancjami kształtu i położenia

Przy tolerowaniu elementów należy stosować tolerowanie niezależne, w którym tolerancje wymiarów lub kątów i tolerancje kształtu i położenia powinny być stosowane niezależnie od siebie, np. tolerancje długości – niezależnie od tolerancji kształtu i odwrotnie.

Tolerancje kształtu i położenia należy rozpatrywać niezależnie od wymiarów elementów.

Jeżeli zachodzi potrzeba uzależnienia od siebie wymiarów, kształtu i położenia, to należy stosować tolerancje zależne”.

Przykłady na tolerowanie rysunkowe wymiarów podaje norma PN/ISO 406 „Rysunek techniczny. Tolerowanie wymiarów liniowych i kątowych” oraz inne wg poniższego wykazu.

Spis norm

- Norma PN-EN ISO 7083 „Rysunek techniczny maszynowy. Symbole tolerancji geometrycznych. Proporcje i wymiary”.
- Norma PN/ISO 406 „Rysunek techniczny. Tolerowanie wymiarów liniowych i kątowych”.
- Norma PN-ISO 1829 „Wybór pól tolerancji ogólnego przeznaczenia”.
- Norma PN-93/M-01122 „Rysunek techniczny maszynowy. Tolerancja kształtów i położenia. Tolerowanie pozycji”.
- Norma PN-88/M-01142 „Rysunek techniczny maszynowy. Wymiarowanie. Podstawowa zasada wymiarowania”.
- Norma PN-87/M-01145 „Rysunek techniczny maszynowy. Tolerancje kształtu i położenia. Oznaczanie na rysunkach”.
- Norma PN-78/M-02137 „Tolerancje kształtu i położenia. Nazwy i określenia”.
- Norma PN-80/M-02138 „Tolerancje kształtu i położenia. Wartości”.

Spis tabel

- Tab. 1. Oznaczenia tolerancji kształtu i położenia.....91
- Tab. 2. Tolerancje równoległości, prostokątności, nachylenia, bicia osiowego i bicia osiowego całkowitego ...92
- Tab. 3. Tolerancje współosiowości, współśrodkowości, symetrii, przecinania się osi oraz bicia promieniowego i bicia promieniowego całkowitego92
- Tab. 4. Tolerancje równoległości, prostokątności, nachylenia, bicia osiowego i bicia osiowego całkowitego97
- Tab. 5. Tolerancje współosiowości, współśrodkowości, symetrii, przecinania się osi oraz bicia promieniowego i bicia promieniowego całkowitego97

Spis rysunków

- Rys. 1. Sprzęgło sworzniowe. Otwory i sworznie88
- Rys. 2. Korpus przekładni.....93
- Rys. 3. Klin 93
- Rys. 4. Gniazda pod łożyska korpusu przekładni.....94
- Rys. 5. Wał z rowkiem wpustowym.....94
- Rys. 6. Koła zębate stożkowe.....95
- Rys. 7. Wałek stopniowany.....95
- Rys. 8. Suwmiarka. Fragment podziałki milimetrowej.....96