

УСЛОВ НА МАКСИМУМ МАТЕРИЈАЛ

Услов на максимум материјал - значење

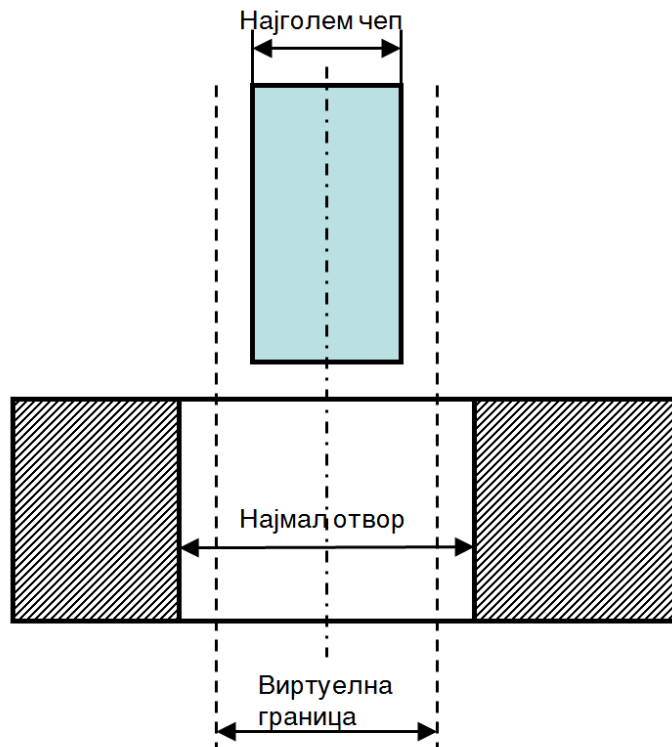
Контрола при УММ

Услов на максимум материјал (МКС EN ISO 2692)

- ▶ **Условот на максимум материјал (УММ) - (анг. Maximum Material Condition - MMC) се применува за да се обезбеди непречено спојување на делови во склоп при економични (пошироки) толеранции.**
- ▶ Се означува со **Ⓜ**.
- ▶ УММ може да се зададе само за геометриски елементи со сопствена мерка (цилиндар, ширина на жлеб и др).
- ▶ **Функцијата непречено спојување** е важно да се запази кај скоро сите **неподвижни посредни врски со зјај**, како што се врските со завртки, заковици, чивии и сл. за да се овозможи брза и едноставна монтажа, а зјаевите може да се искористат за прифаќање на поголем број делови.

Услов на максимум материјал

- ▶ Отворот и оската на сликата се со ист номинален дијаметар.
- ▶ **Најлош случај на спојување имаме кога оската е изработена со најголема мерка во рамките на толерантното поле, а отворот е со најмала мерка, при што имаме МИНИМАЛЕН ЗЈАЈ.**



- ▶ За да се обезбеди напречно спојување, се запазува една заедничка мерка наречена **ВИРТУЕЛНА ГРАНИЦА** (обично на средина на зјајот).
- ▶ **Минималниот зјај помеѓу елементите што се спојуваат се распределува (обично по половина) и на отворот и на оската во вид на дозволено геометриско отстапување.**

Услов на максимум материјал

- ▶ **Кај отворот и кај оската се запазува една заедничка мерка, наречена виртуелна граница.**
- ▶ **Оската не смее да зафати простор поголем од виртуелната граница, а отворот не смее да навлезе во просторот ограничен со виртуелната граница.**
- ▶ Виртуелната граница за отворот D_v и за оската d_v се најчесто се земаат исти, освен ако е потребен загарантиран минимален зјај.

$$D_v = d_v$$

- ▶ **За оската,** виртуелната граница се пресметува:

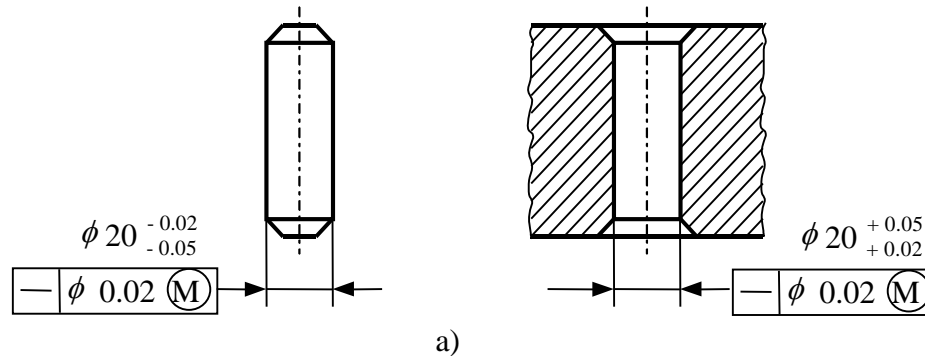
$$d_v = d_{\max} + gt_{\text{osk}}^{\text{M}}$$

- ▶ **За отворот,** виртуелната граница се пресметува:

$$D_v = D_{\min} - gt_{\text{otv}}^{\text{M}}$$

каде	d_v	- виртуелна граница за оската
	d_{\max}	- најголем дијаметар на оската
	$gt_{\text{osk}}^{\text{M}}$	- геометриска толеранција при УММ за оската
	D_v	- виртуелна граница за отворот
	D_{\min}	- најмал дијаметар на отворот
	$gt_{\text{otv}}^{\text{M}}$	- геометриска толеранција при УММ за отворот

Услов на максимум материјал - пример



- ▶ На сликата се прикажани осовинка и отвор, со геометриска толеранција на правост на изводниците при максимум материјал. Осовинката и отворот треба непречено да се спојуваат.

- ▶ КОМЕНТАР:

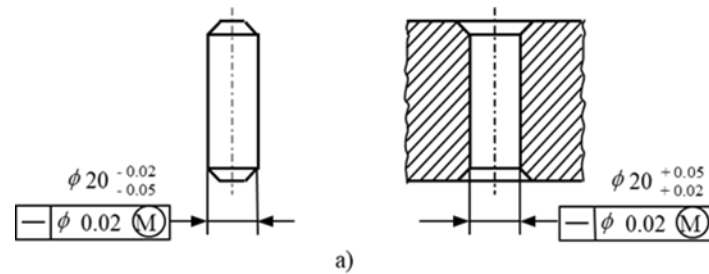
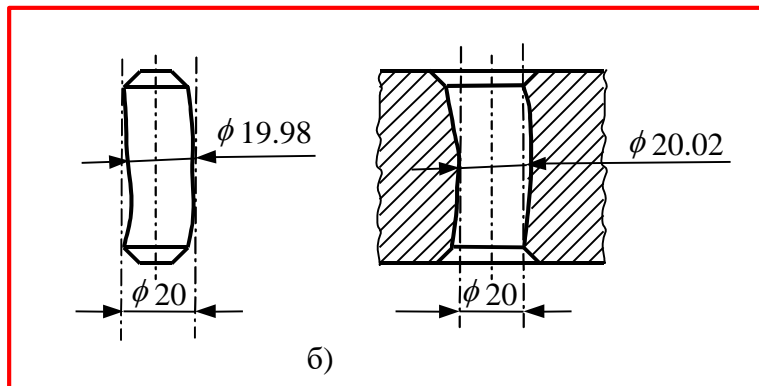
- ▶ Минималниот зјаж Z_{\min} се пресметува ако од најмалиот отвор D_{\min} се одземе најголемата осовина d_{\max} .

$$Z_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$$
$$20,02 - 19,98 = 0,04$$

- ▶ Минималниот зјаж е распределен на двата дела подеднакво во вид на геометриска толеранција gt^{M} за дозволено отстапување на правост на оската

$$gt^{\text{M}} = Z_{\min} / 2 = 0,02$$

Услов на максимум материјал - пример



- ▶ Кај отворот и кај оската е запазена една заедничка мерка $\phi 20$, наречена виртуелна граница. Оската не смее да зафати простор поголем од $\phi 20$, а отворот не смее да навлезе во просторот $\phi 20$.
- ▶ За оската, виртуелната граница се пресметува:

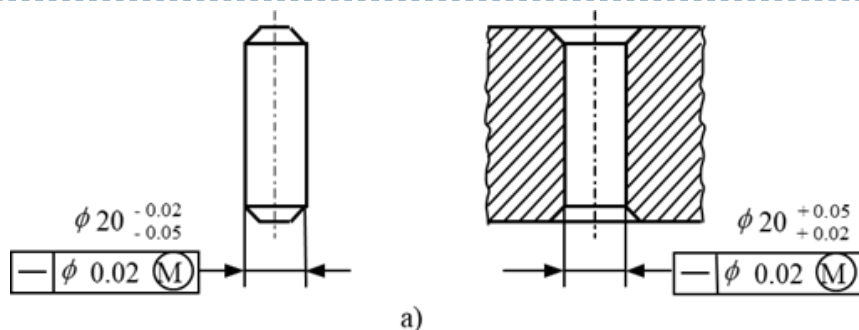
$$d_v = d_{\max} + gt_{\text{osk}}^{\text{M}}$$
$$19.98 + 0.02 = 20$$

- ▶ За отворот, виртуелната граница се пресметува:

$$D_v = D_{\min} - gt_{\text{otv}}^{\text{M}}$$
$$20.02 - 0.02 = 20$$

односно $D_v = d_v = 20$

Услов на максимум материјал – бонус толеранција



- ▶ При примена на УММ, толерантното поле за геометриската толеранција варира: од најмало gt_{\min} – колку зададената геометр. толеранција gt_{M} , до најголемо gt_{\max} – колку геометриската толеранција зголемена за толеранцијата на мерка t_m .

$$gt_{\min} = gt_{\text{M}}$$

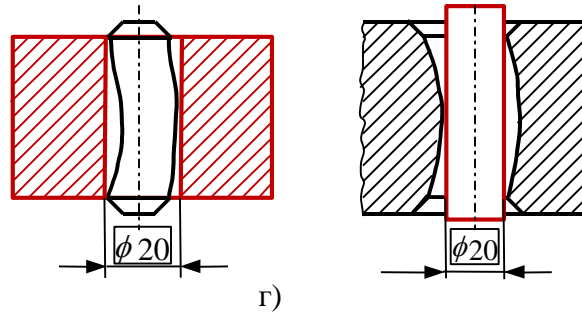
$$gt_{\max} = gt_{\text{M}} + t_m$$

- ▶ Во табелите е дадено како се менува големината на толерантното поле за геометриската толеранција во зависност од мерката со која е изработен делот во рамките на толерантното поле за мерка.

дијаметар на оска	геометриска толеранција	виртуелна граница
19.95	0.05	20.00
19.96	0.04	
19.97	0.03	
19.98	0.02	

дијаметар на отвор	геометриска толеранција	виртуелна граница
20.02	0.02	20.00
20.03	0.03	
20.04	0.04	
20.05	0.05	

Услов на максимум материјал - пример

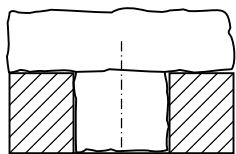


помагалото е
означено со
црвена боја

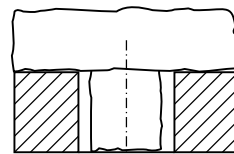
- ▶ Во услови на сериско производство, деловите може да се контролираат едноставно, а и автоматски.
- ▶ Помагалото е скапо, но контролата е брза, само со ОДИ-НЕ ОДИ
- ▶ Мерката на помагалото е колку виртуелната граница. Толеранциите за помагалото се многу мали во однос на толеранциите на делот, па го сметаме за „идеално“.
- ▶ Осовинката е добра ако може да навлезе во цилиндричен мерен отор $\phi 20$ со должина колку осовината.
- ▶ Отворот е добар ако низ него може да помине цилиндричен мерен трн $\phi 20$ со должина колку отворот.

Правила за примена на условот максимум материјал

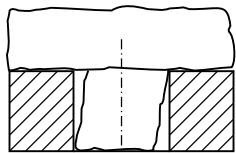
- ▶ Една од карактеристиките на споевите формирани од делови изработени по УММ концептот е што почесто доаѓа до директен допир на површините на деловите во спој.
- ▶ Можноста за допирање на деловите кога не се применува УММ е доста помала, па имаме порамномерен зјај помеѓу површините во спој. Од друга страна, ова остава можност за отфрлање на поголем број делови што инаку би можеле да се спојат.



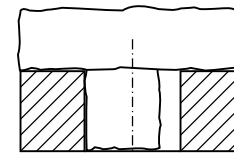
а) чепот е изработен со мерка блиска до ММ



б) чепот е изработен со минимални геометриски отстапувања



в) чепот е изработен со максимална закосеност



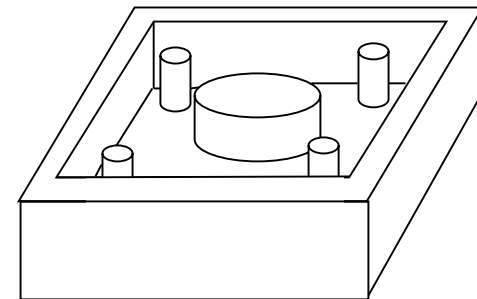
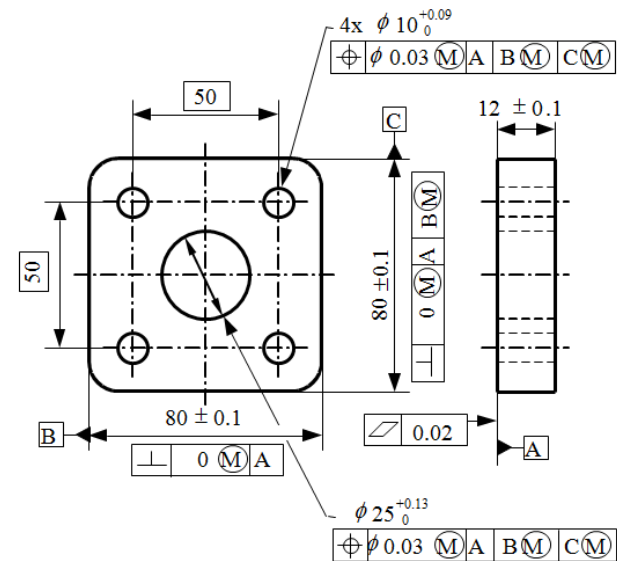
г) чепот е изработен со максимално отстапување од положбата

Правила за примена на условот максимум материјал

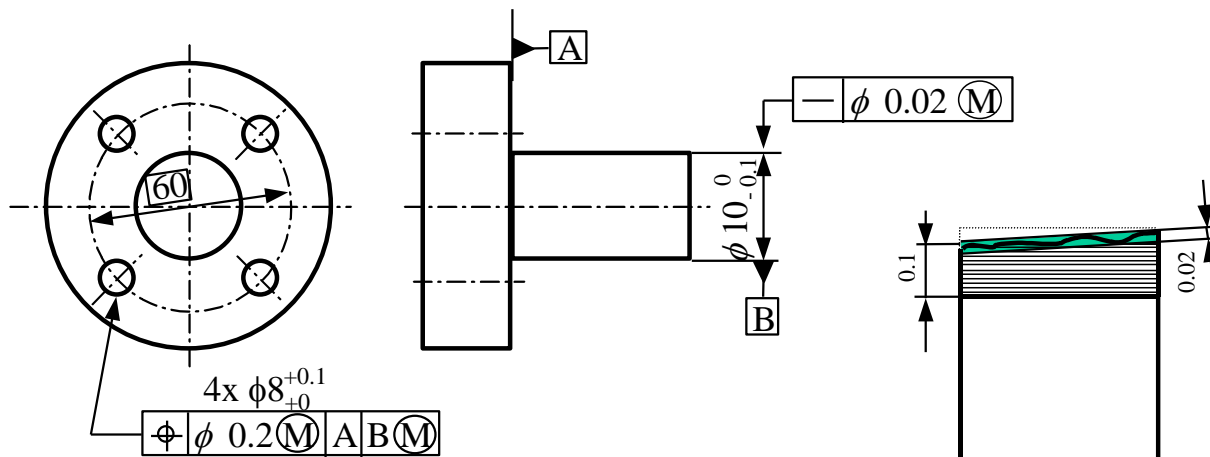
- ▶ Условот на максимум материјал овозможува прифаќање на делови кога оската не мора да се монтира точно во средина на отворот.
- ▶ Доколку функционалното барање е деловите да можат **непречено да се спојат и притоа не е важна рамномерноста на зјајот** помеѓу деловите, тогаш условот на максимум материјал може да се примени без да се доведе во опасност функцијата на деловите во склопот.
- ▶ Кога условот на максимум материјал е зададен во рамката веднаш до големината на толеранцијата, тогаш ефектот врз рамномерноста на масите на делот во склопот е незначителен, бидејќи тоа не повлекува опасност од ексцентричност при монтажата.
- ▶ Меѓутоа, **доколку условот на максимум материјал се примени за референца, тогаш може да дојде до ексцентрично поставување на целиот дел, односно ексцентричен распоред на масите во склоп.**
- ▶ **Кога се работи за дел кој ротира, условот на максимум материјал не би требало да се примени кај референтните елементи.**

Пример: условот максимум материјал

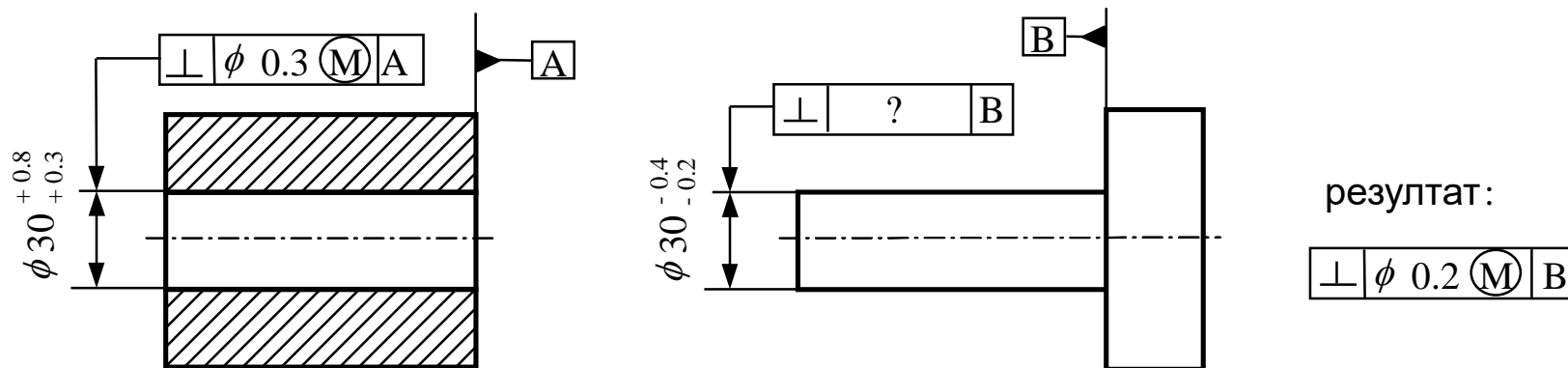
- ▶ Освен прифаќањето на поголем број на делови што може да се монтираат, предност на условот на максимум материјал е и **едноставната контрола во услови на сериско производство.**
- ▶ Помагалото за контролата потсетува на „негатив“ од обликот на делот. Дијаметрите на чеповите на помагалото се колку што изнесуваат соодветните виртуелни граници.
- ▶ Контролата е по принципот оди-не оди.
- ▶ Пресметајте ги мерките на помагалото.



Примери за условот на максимум материјал



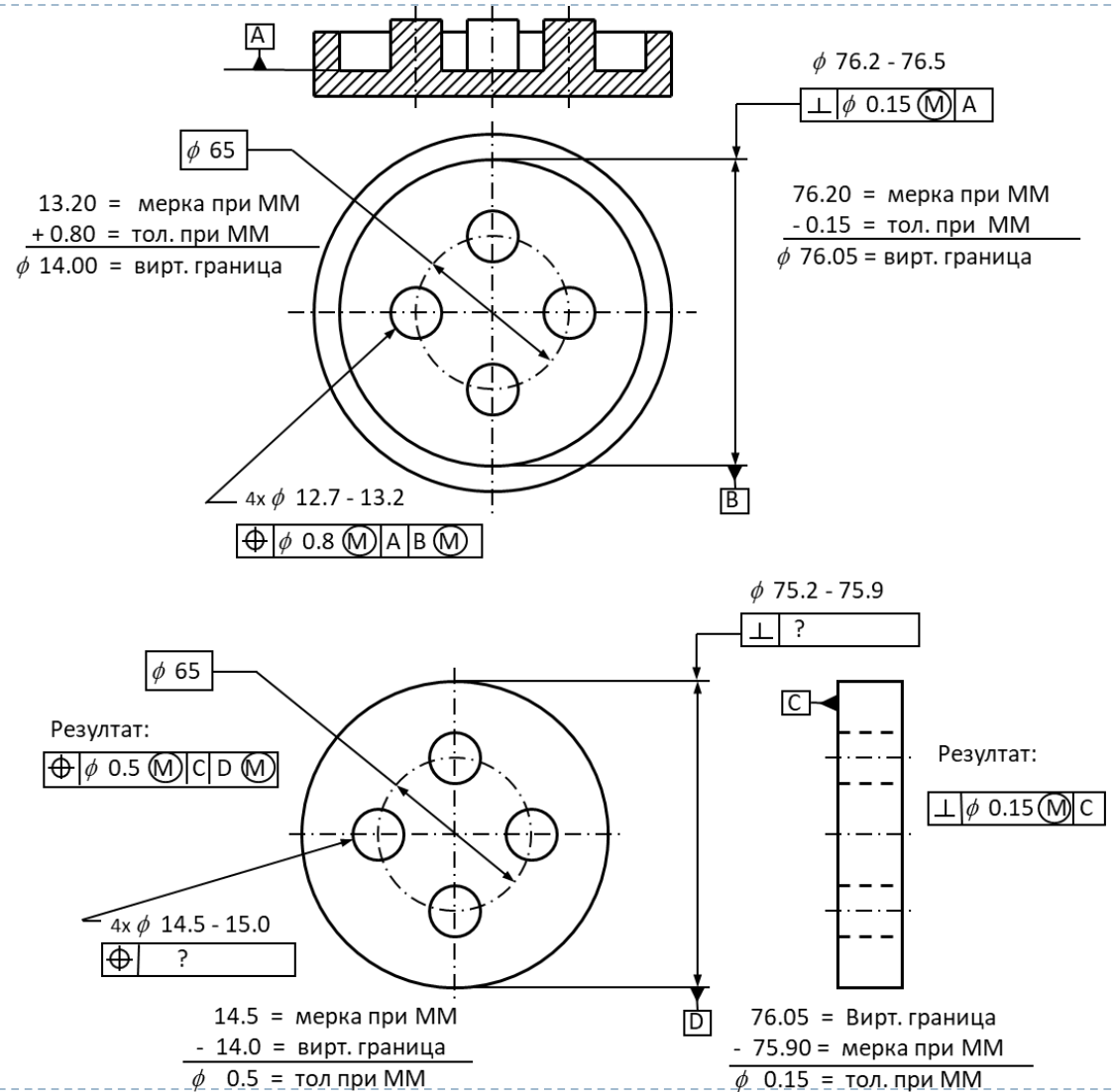
Напомена: Полето за геометриска толеранција при услов на максимум материјал излегува надвор од толерантното поле на мерката (зошто се користи дел од просторот на зјајот помеѓу елементите)!



Примери за условот на максимум материјал

Плочката за хокеј (слика долу) има четири отвори кои служат за намалување на тежината. Отворите треба да се поставени рамномерно по круг кој е концентричен со надворешната цилиндрична површина на плочката.

Плочката се смета за исправна ако може да се спои со помагалото (слика горе), така што допирот да биде првенствено по рамната површина на плочката С и рамната површина на помагалото А

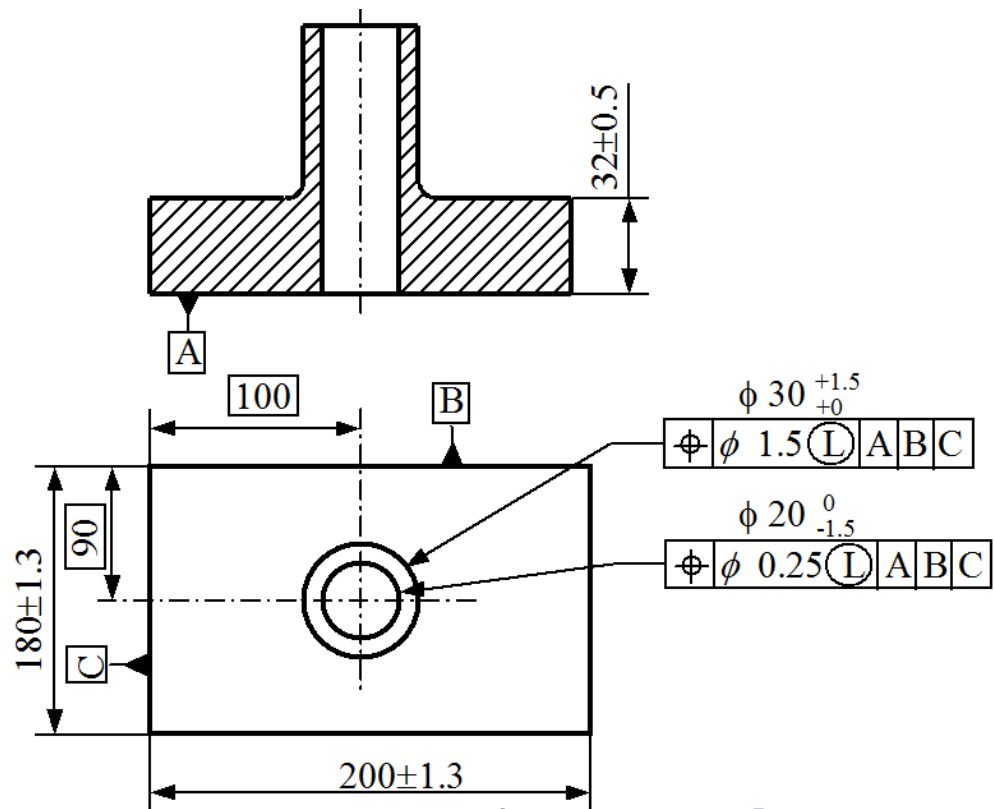


Услов на минимум материјал

- ▶ **Условот на минимум материјал (Least Material Condition - LMC)** се означува на цртеж со \textcircled{L} и се применува кога треба да се заштити минималната дебелина на сид од дел, обично од јакостни причини.
- ▶ За **оска** при услов на минимум материјал :
виртуелна граница = дијаметар на оската при LM –
геометриска толеранција при LM
- ▶ За **отвор**, при услов на минимум материјал
виртуелна граница = дијаметар на отворот при LM +
геометриска толеранција при LM
- ▶ Проверката на минималната дебелина на сидот е важна за да не се јави пречекорување на дозволените напони во делот поради намаливање на површината на некој критичен пресек.

Услов на минимум материјал

- ▶ За делот, критична е **ДЕБЕЛИНАТА НА СИДОТ** на цевчестата испакнатина (дизна). Во задачата се бара да се одреди минималната дебелина на сидот според зададените толеранции.



Равенка за отворот:

LM	20.00
+ Тол. при LMC	+ 0.25
Виртуелна граница	20.25

Равенка за надворешниот
цилиндар:

LM	30.00
- Тол. при LM	- 1.50
Виртуелна граница	28.50

Мин. дебелина на сидот
(28.5 - 20.25) / 2 = 4.125

Специфичности на поедини видови на геометриски толеранции

Толеранции за профил со референтен систем

Профил на конус

Сложена толеранција на положба

Толеранција на положба кај елементи за спојување

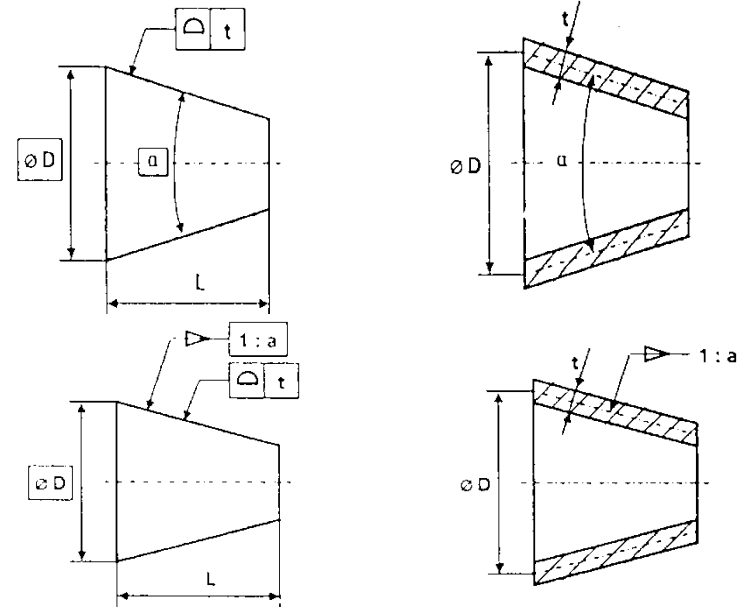
Специфичности на толеранциите на профил

- ▶ Толеранциите на профил се единствениот вид на геометриски толеранции што може да се зададе кај криви линии и површини со сложена геометрија.
- ▶ Толеранција на профил обично се задава без референтен систем при што претставува **толеранција на облик**, но може по потреба да се зададе и во однос на референтен систем. Во таков случај, служи дополнително и како **толеранција на превец или толеранција на положба на профилот**.
- ▶ Со толеранција на профил не се користи условот на максимум материјал.

Толеранција на профил за конус

- ▶ **Профил за облик на конус** - Отстапувањата на конус од основниот облик:

- ▶ Тол. поле за профил на конус определен со дијаметар и агол
- ▶ Тол. поле за профил на конус определен со дијаметар и наклон

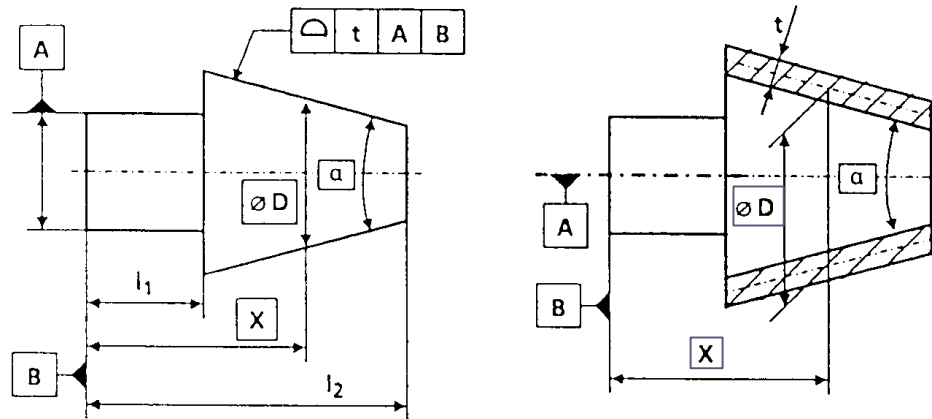


- ▶ Напомена: Толерантното поле има шест степени на слобода во простор

Толеранција на профил за конус

▶ Профил и за облик и положба на конус:

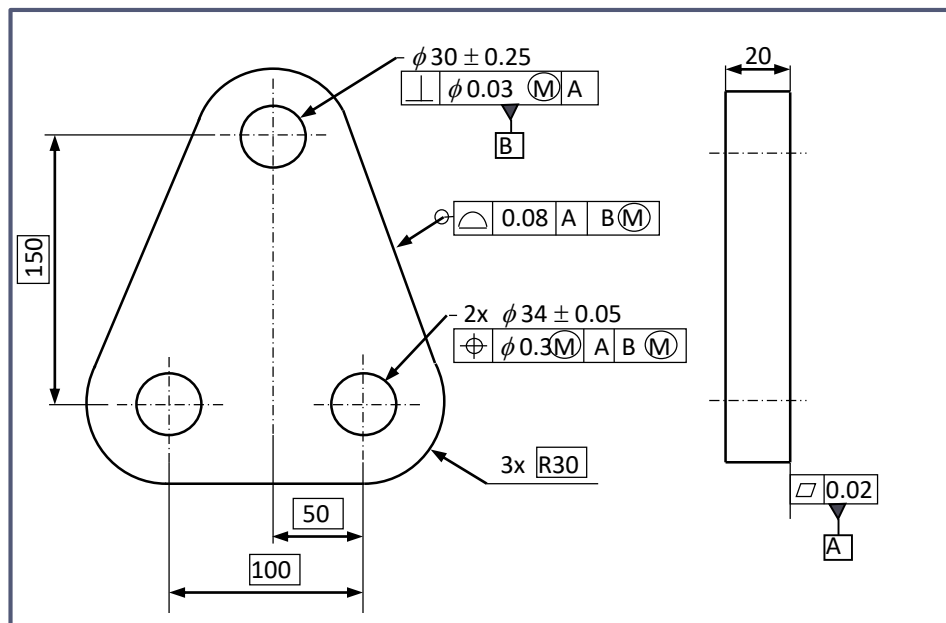
- ▶ Зададена е толеранцијата на профил за конусната површина. Теоретски точниот конус е определен со теоретски точните мерки за агол α и среден дијаметар ϕD .
- ▶ Толерантно поле е ограничено со два коаксијални конуси на растојание колку вредноста на толеранцијата t , еднакво оддалечени од двете страни на теоретскиот конус.
- ▶ Толерантното поле е поставено коаксијално со референтната оска A и е на теоретски точно растојание X од страничната површина.



- ▶ Толерантното поле е неподвижно во однос на референтниот систем.

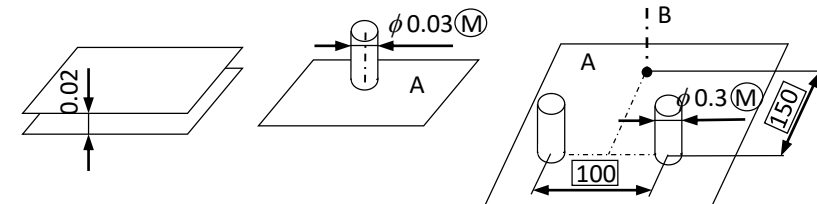
Пример:Толеранција на профил со положба

- ▶ Пример на дел со толеранција на профил зададена за целата контура



Толеранцијата на профил е истовремено толеранција на положба на профилот во однос на референтниот систем формиран од реф. рамнина А и реф. оска В.

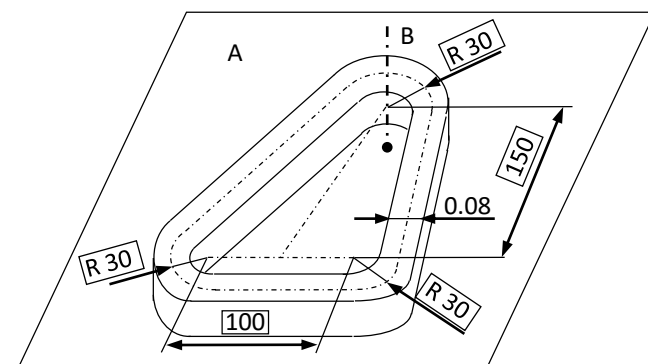
Толерантното поле има еден преостанат степен на слобода - ротација околу оската В.



рамност

нормалност

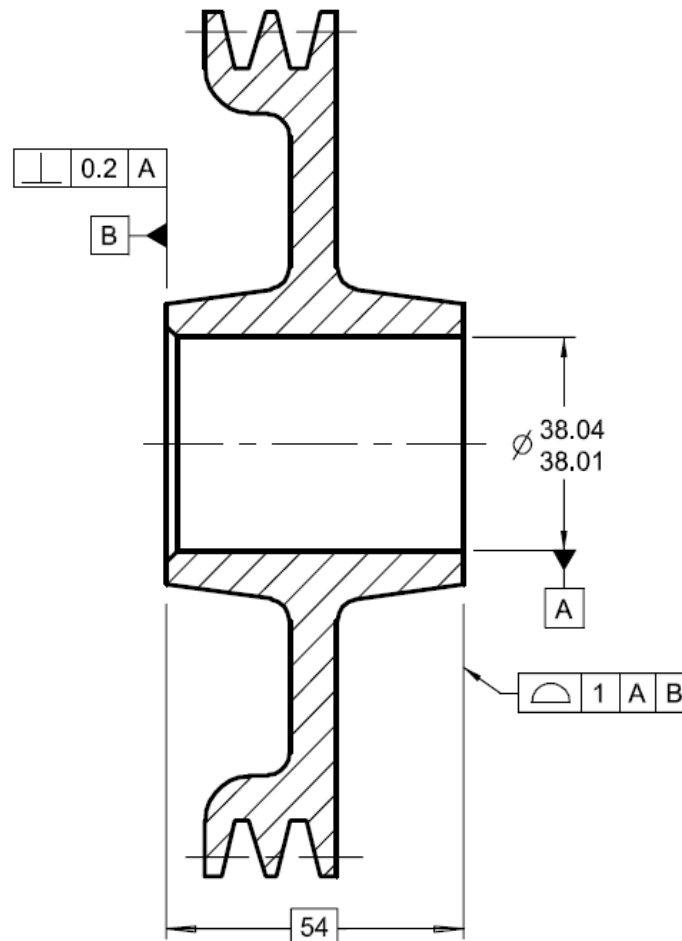
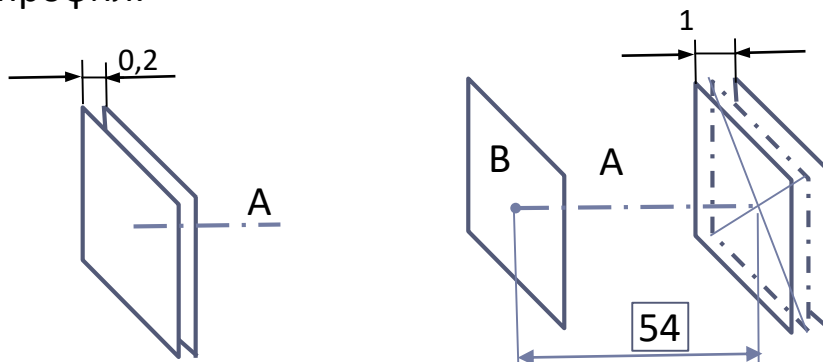
положба



профил на сите странични површини

Пример:Толеранција на профил наместо мерка

- ▶ Зададена е толеранција на нормалност за рамната страна лево. Толерантното поле е помеѓу две паралелни рамнини на растојание 0,2mm. Толерантното поле е нормално на референтната оска A (прв референтен елемент).
- ▶ Зададена е толеранција на профил на површина за рамната површина десно. Теоретскиот профил е рамнина која е нормална на референтната оска A и е на растојание 54 од прободот со референтната рамнина B (втор реф. елемент). Толерантното поле со ширина 1 е по една половина од двете страни на теоретскиот профил.



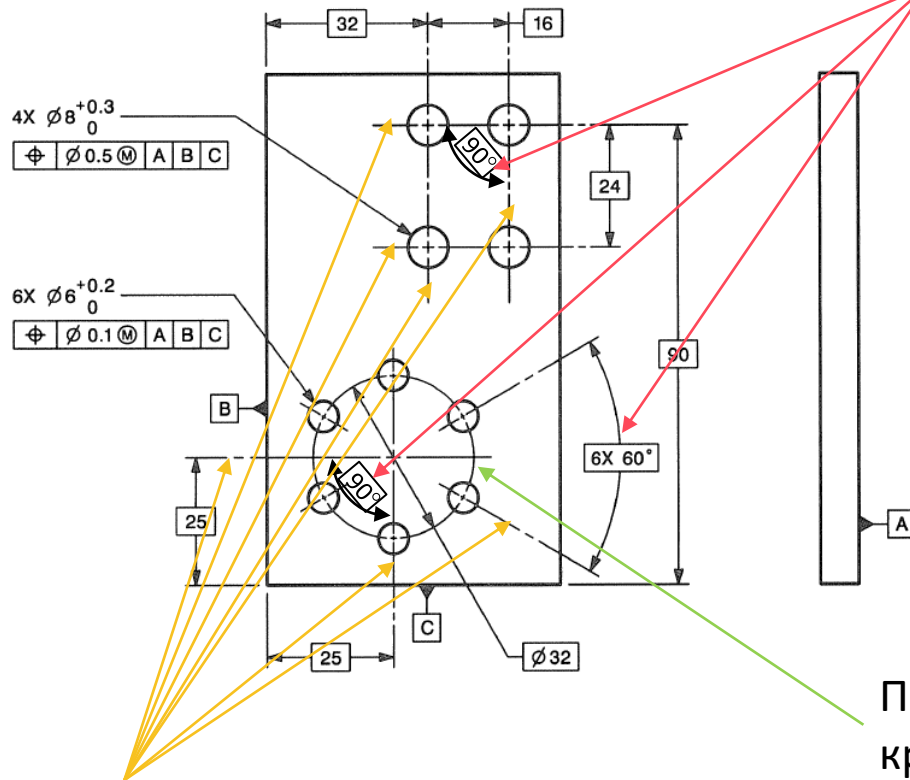
Специфичности на толеранцијата на положба

- ▶ При задавање на толеранција на положба, теоретски точната положба на геометрискиот елемент се задава со теоретски точни мерки во однос на референтни елементи или во однос на друг теоретски геометриски елемент. Толерантното поле е симетрично поставено во однос на теоретски точната положба.
- ▶ **Толеранциите на положбата не се собираат (акумулираат) кога имаме надоврзани мерки (не се формира мерна верига).**
- ▶ Со толеранција на положба може да се користи условот на максимум материјал, кога постои зјај помеѓу површините кои се спојуваат.

Специфичности на толеранцијата на положба

- ▶ Геометриски елементи кои се подразбираат како идеални елементи при задавањато на толеранција на положба се:
 - ▶ Симетрични рамнини на делот
 - ▶ Помошни рамнини, помошни цилиндри, линии и оски за заемен распоред на група на елементи, други елементи означени со црта-точка линија.
- ▶ Мерки кои не се означуваат, а се сметаат за теоретски точни мерки:
 - ▶ теоретски точни агли помеѓу геометриски елементи кои се рамномерно распоредени по круг,
 - ▶ теоретски точните агли 90° , 0° или 180° и
 - ▶ растојание еднакво на 0 помеѓу рефернтни геометриски елементи и толерирани геометриски елементи.

Специфичности на толеранцијата на положба



Теоретски точен агол
што се подразбира

На вашите скици
цртајте ги и помошните
геометриски елементи,
заедно со рефернциите,
толерантните полиња и
потребните мерки.

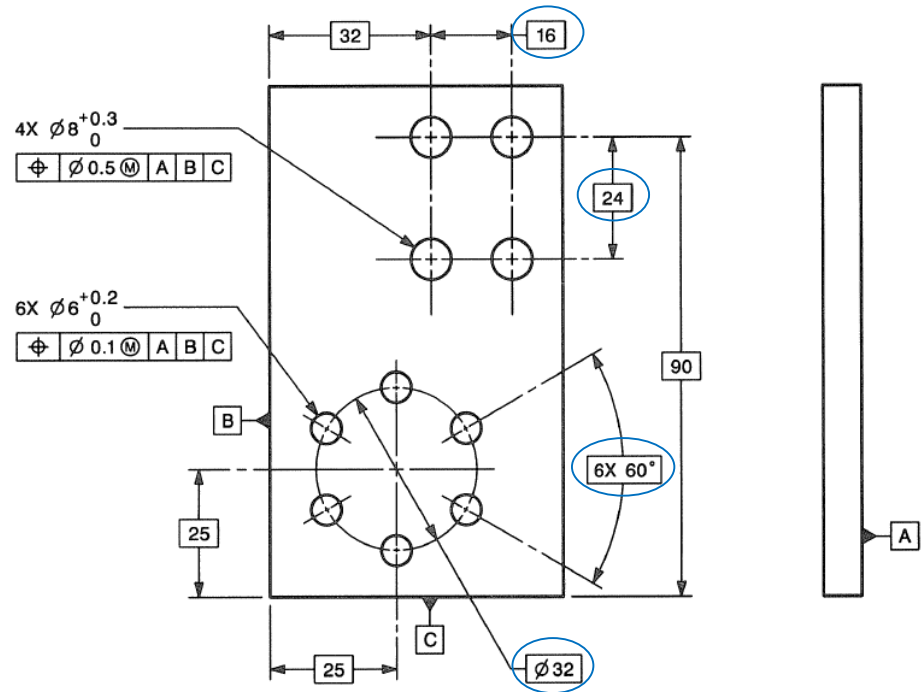
Помошна оска

Помошна
кружница

Помошни геометриски елементи кои се сметаат за теоретски точни, и мерки кои се подразбираат и се сметаат за теоретски точни

Специфичности на толеранцијата на положба

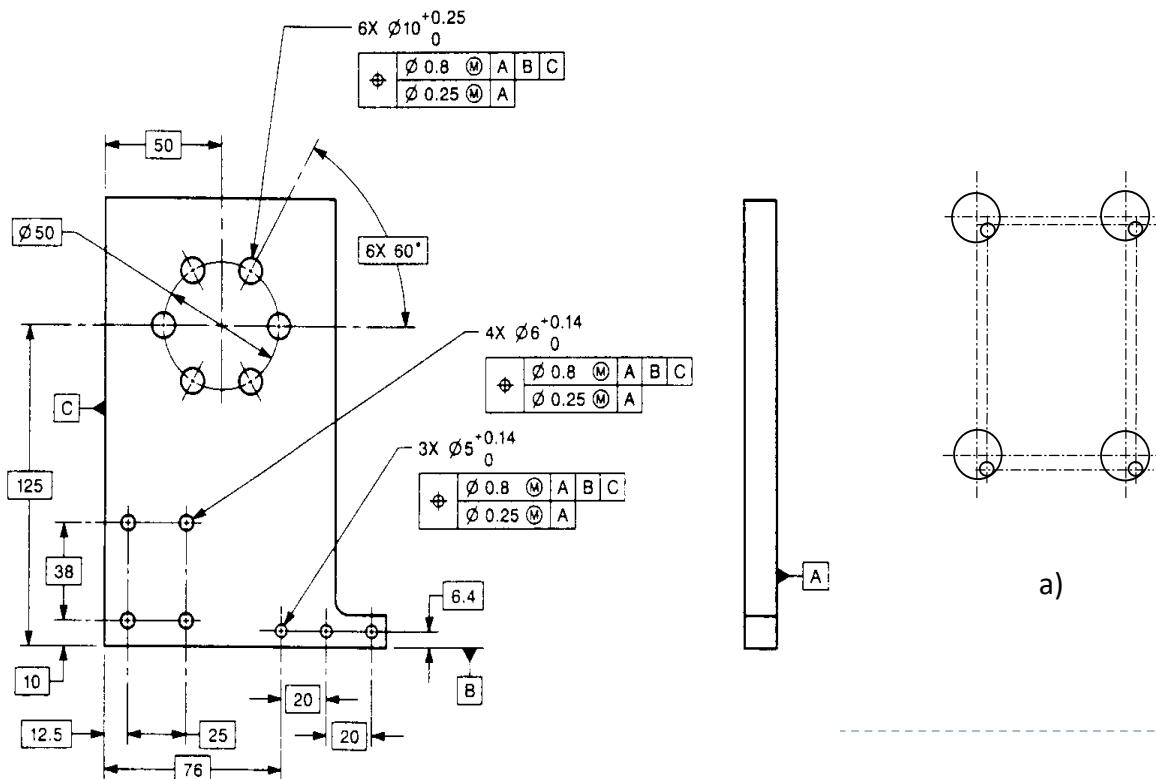
- ▶ **Референците од референтниот систем и геометриските елементи** за кои е зададена толеранција на положба **треба да се заемно ограничени со теоретски точни мерки.**
- ▶ Толеранцијата на положба е единствениот вид на геометриска толеранција што може да се зададе за правилни **групи од исти геометриски елементи**
- ▶ Групата од исти геометриски елементи треба да е заемно ограничена со **теоретски мерки за заемна положба на елементите во групата** (на сликата се истакнати со заокружување).



ASME Y14.5

Сложени толеранции на положба

- ▶ Пораката на конструкторот со задавање на сложена толеранција е:
 - ▶ се бара поголема точност на **меѓусебната положба на отворите 0.25** (затоа што тие треба да се спојат со друга група отвори од друг дел), додека
 - ▶ **положбата на групата како целина во однос на референтниот систем** може да отстапува повеќе 0.8 (не е функционална мерка).



ASME Y14.5

Сложени толеранции на положба

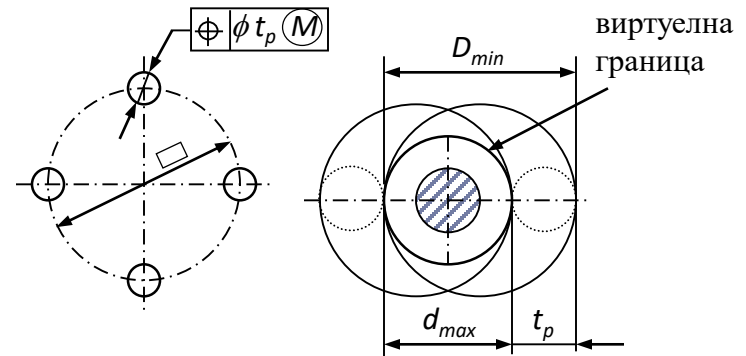
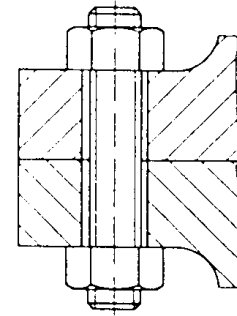
- ▶ Сложена толеранција на положба се задава со еден знак за положба и две рамки за две заемно условени толеранции:
 - ▶ толеранција што ја определува положбата на целата група толерирани геометриски елементи во однос на референциите, која се задава во горната рамка,
 - ▶ толеранција на меѓусебната положба на елементите во групата, која се задава во долната рамка споена под претходната.
- ▶ **Функционалното барање за точноста на спојот е определено со долната рамка!** Толеранцијата зададена со горната рамка го поефтинува производството.
- ▶ Толерантните полиња за заемана положба на групата се меѓусебно неподвижни (долна рамка), но целата група може да се најде на различни места во рамките на поголемото толерантно поле за целата група (горна рамка).

Пресметка на толеранциите на групни врски

- ▶ Пресметка на толеранција на положба t_p за делови споени со група неподесени завртки распоредени по круг

$$t_p = D_{min} - d_{max}$$

- ▶ каде, D_{min} е минималната мерка на отворот а d_{max} е максималната големина на завртката. Двата дијаметри се D_{min} и d_{max} се прикажани во екстремна положба на сликата.
- ▶ Дозволеното отстапување од положбата t_p за оските на отворите е еднакво за двата дела, односно **отворите и кај давата дела може да отстапуваат од положба колку што изнесува минималниот зајаж меѓу отворот и завртката ($D_{min} - d_{max}$)**.

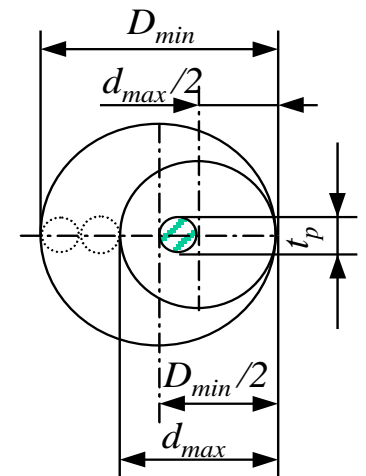
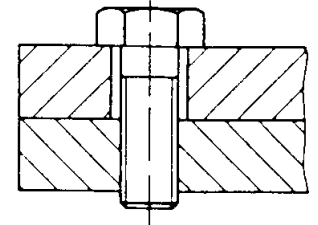


Пресметка на толеранциите на положба

- ▶ Пресметка на толеранција на положба за капак поврзан со завртки кои директно се навртуваат во куќиштето.
- ▶ Геометриската толеранција на положбата се пресметува:

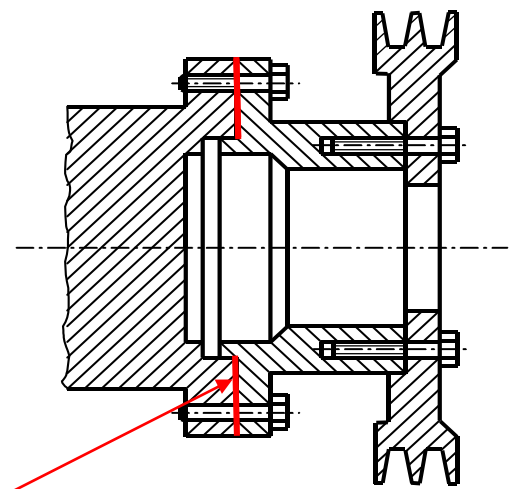
$$t_p = \frac{1}{2} (D_{min} - d_{max})$$

- ▶ Кај навојниот спој доаѓа до центрирање на завртката во навојниот отвор, па можноста за „зјај“ кај завртка во отворот практично ја нема.
- ▶ **Зјајот од едниот дел без навој мора да се распредели како геометриска толеранција на положба на двата дела, и тоа обично по пола, или пак на навојниот отвор кој потешко се издаботува може да му се даде и поголем дел.**

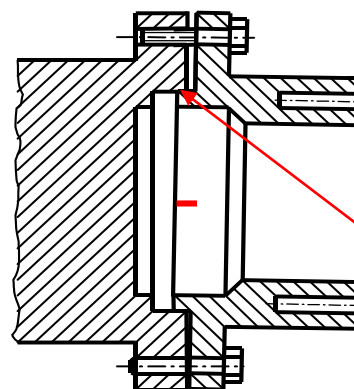


Постапка на задавања на геометриските толеранции

- ▶ Прв чекор е **правилно да се одбере првата референција**.
- ▶ Кандидати за први референтни елементи кај двата дела се површините на споевите – рамнски спој 1 и цилиндричен спој 2.
- ▶ Рамните површини од двата дела се одбираат за први референции, затоа што подобро ги ориентираат деловите во склоп, при што површината на едниот дел е означена со А, а на другиот дел со С



Пример на добро одбран прв референтен геометриски елемент – големите површини на рамнинскиот спој 1 на двата дела

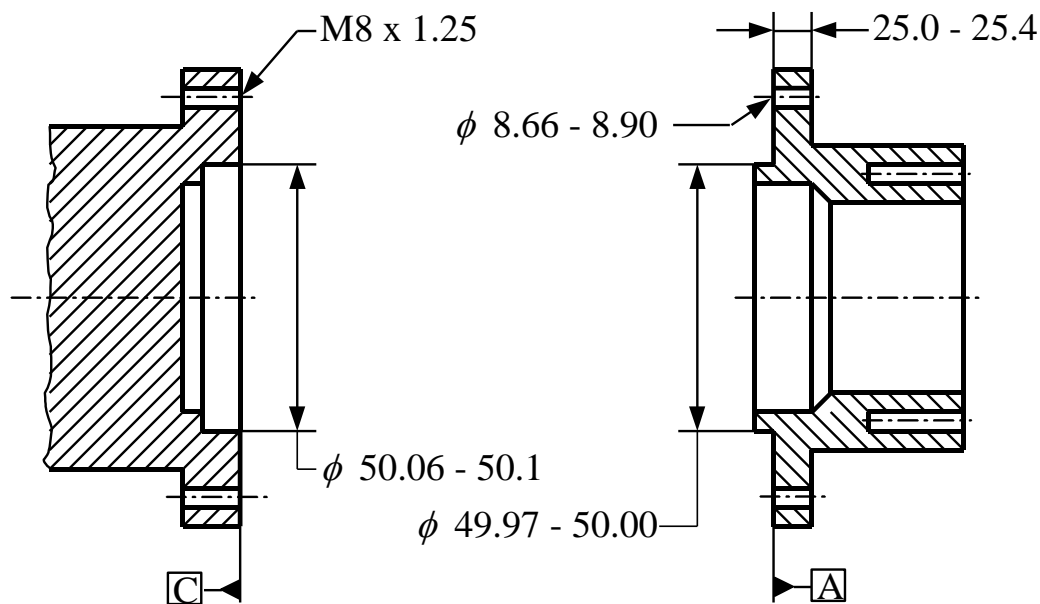


а)

Пример на лошо одбран прв референтен геометриски елемент – оските на кустиот цилиндричен спој 2 на двата дела

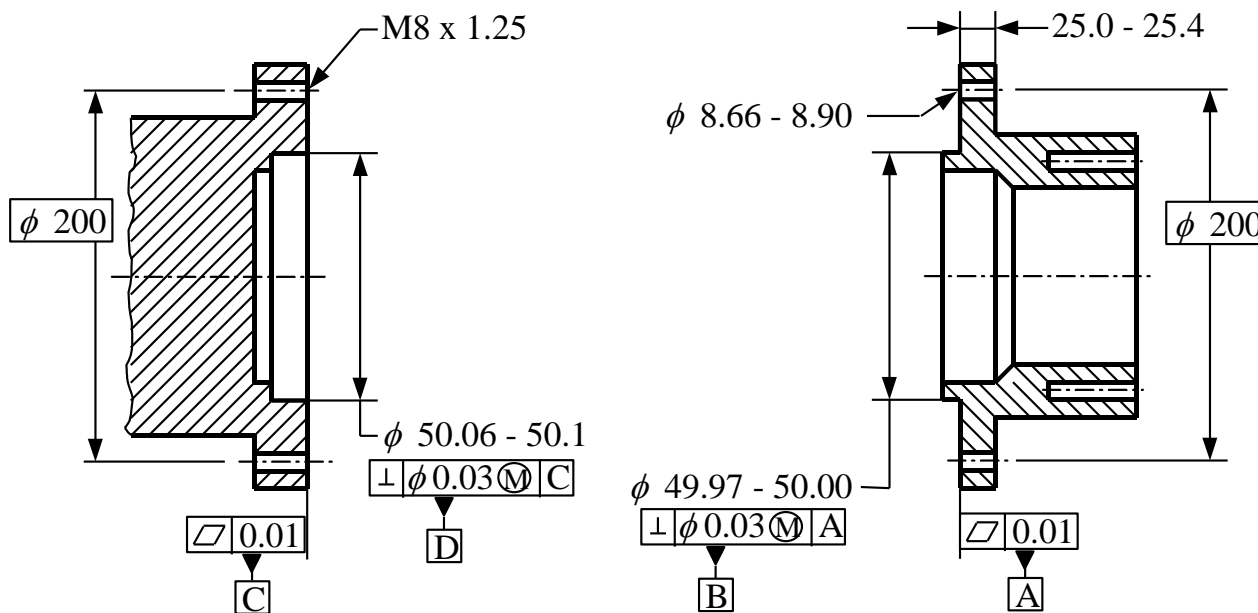
Постапка на задавања на геометриските толеранции

- ▶ Рамноста на референтните површини е ограничена од толеранцијата на мерката 25.0-25.4 и изнесува 0.4 mm.
- ▶ Цилиндричното налегнување има функција на заемно центрирање на деловите. Толерантните полиња на дијаметрите се 0.04 и 0.03.
- ▶ Бидејќи претходните толеранции се тесни, неопходно е првата референција да биде доволно прецизна и мора да се зададе рамност.



Постапка на задавања на геометриските толеранции

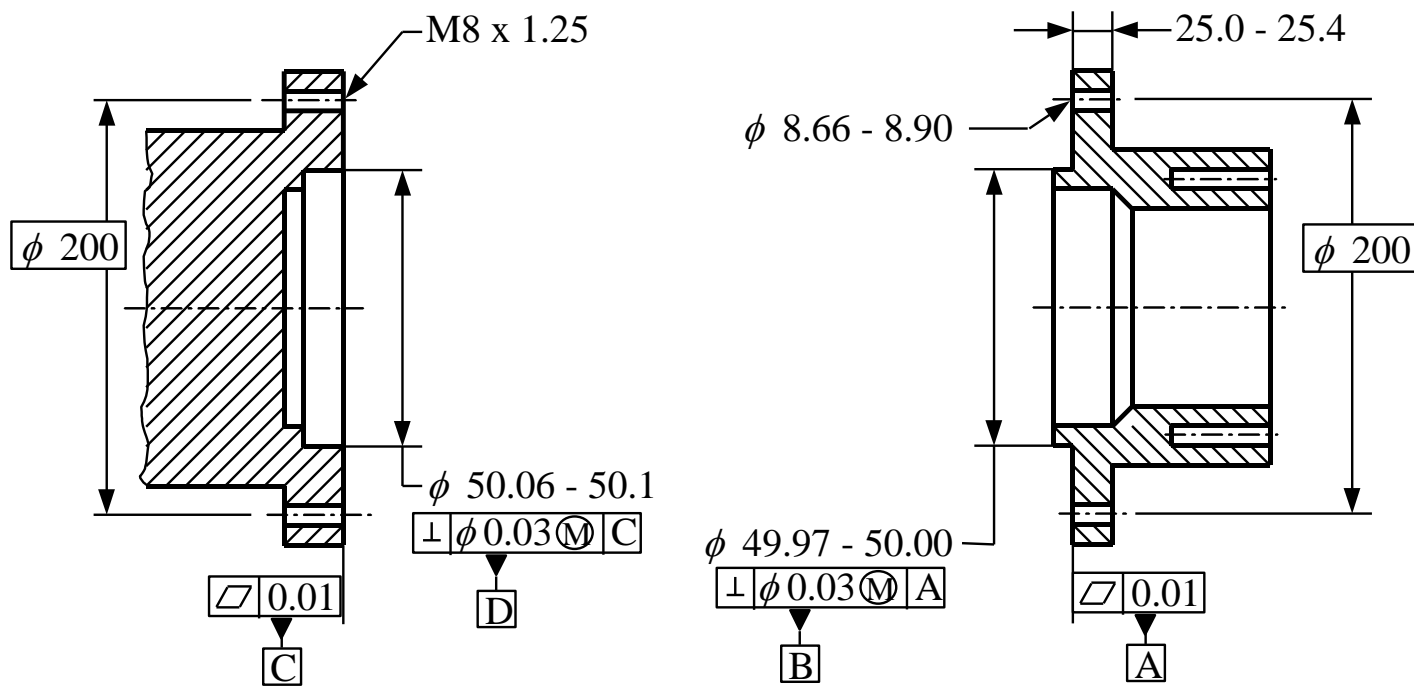
- ▶ Трба да се провери колкава рамност може да се постигне (со машините во погонот) а притоа да не се поскапи многу изработката на делот, на пример, **толеријација** 0.01 се задава за површините А и С.
- ▶ Втората референција треба да биде исто така функционален геометриски елемент по кој деловите се допираат, а тоа се централните оски на двата дела означени со В и D.



$$50.06 - 50.00 = 0.06$$

Постапка на задавања на геометриските толеранции

- ▶ Зјајот помеѓу двата дела при УММ, $50.06 - 50.00 = 0.06$ е распределен на двата дела подеднакво по 0.03 за отстапување од нормалност
- ▶ Референциите В и D се погодни за контрола на положбата на шесте отвори распоредени по круг

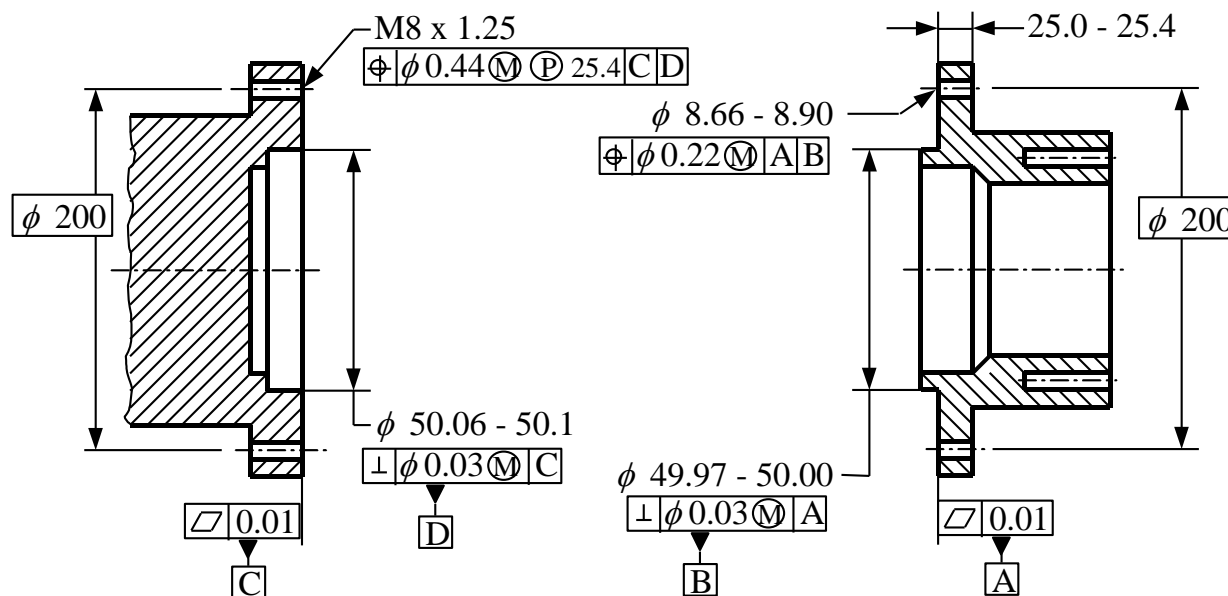


$$50.06 - 50.00 = 0.06$$



Постапка на задавања на геометриските толеранции

- ▶ Мерката ММ за отворите на делот десно е $\phi 8.66$, а за завртките М8 е $\phi 8$, така што минималниот зјај е 0,66. Зјајот се распределува 0.44 за отстапување од положба на навојните отвори и 0.22 за обичните отворите од другиот дел.
- ▶ Поради дебелината на прирабницата, за навојните отвори се применува проектирана толеранција на положбата со должина на проектирното толерантно поле 25.4.



$$8.66 - 8.00 = 0.66$$

Постапка на задавања на геометриските толеранции

- ▶ Задавањето на геометриските толеранции произлегува од начинот на поставување и функционирање на делот во склопот.
- ▶ Минималните толеранции зависат пред се од функцијата на делот, но и од можноста за нивно постигнување со машините во погонот.
- ▶ Сепак, треба да се има предвид дека

НЕ СМЕЕ ДА СЕ ЖРТВУВА ФУНКЦИЈАТА ЗАРАДИ ПОЕВТИНА ИЗРАБОТКА

- ▶ Зададените геометриски толеранции треба да го одразуваат редоследот на заемно прикрепување на деловите во склоп.
- ▶ Зададените геометриски толеранции овозможуваат да се одреди правилна и економична постапка за изработка на делот, при што се добиваат целосно дефинирани делови кои одговараат на зададените функции и се едноставни за производство. Тоа е всушност целта на задавањето на овие толеранции.

