

Глава четвърта

1.4. Приложение на единната система за допуски и сглобки на СИВ

Системата СИВ има три най-характерни белега с важно икономическо значение при производството на машините и съществено значение за експлоатационните показатели на съединенията и на машиностроителните изделия като цяло: наличието на две системи на нагаждането; наличието на различни степени на точността и на три групи сглобки – подвижни, преходни и пресови.

Ще бъдат разгледани някои принципни положения при избирането на системите на нагаждането и степените на точността и ще бъдат дадени насоки по подбирането и приложението на сглобките.

1.4.1. Приложение на системите на нагаждане

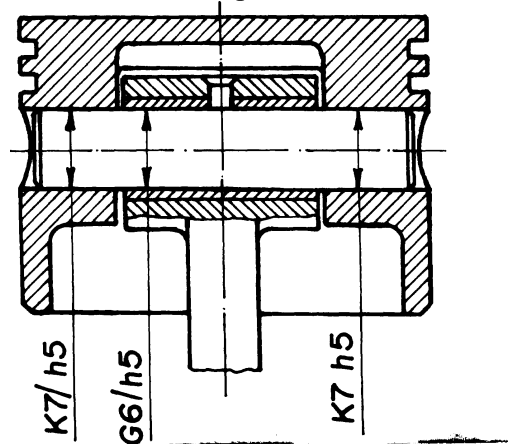
Както стана ясно при разглеждане на системата СИВ, двете системи на нагаждане /SAM и SAgN/ са равностойни. Тогава възниква въпросът, защо в системите за допуски и сглобки са разработени двете системи на нагаждане. Отговорът на този въпрос се съдържа в това, че макар системата "основен отвор" да има икономически предимства, тя в някои случаи отстъпва пред системата "основен вал".

Предимствата на системата основен отвор са от технологично естество. Например няколко отвора в един или различни по наименование детайли с един номинален диаметър и допусково поле в системата основен отвор могат да бъдат обработени окончателно с един или два райбера или с една протяжка и проверени с един граничен калибър. Със същите отвори могат да се съчетаят валове с различни допускови полета и да се образуват различни по характер сглобки. При обработването на валове най-често се прилагат операции като обстъргване и шлифване, а за измерване се употребяват универсални инструменти и уреди, като микрометри, пасаметри и др.

Ако същите сглобки се срещат и в системата основен вал, те биха могли да заменят сглобките от системата основен отвор, но тогава за обработването и контролирането на отделните отвори ще бъдат необходими толкова металоурежащи инструменти и калибри, колкото са допусковите полета на отворите /при един и същ номинален диаметър/ и по този начин себестойността на детайлите ще се увеличи. Наистина в серийното и масовото производство валове се проверяват също с калибри. В този случай ефективността на системата основен отвор се получава само от стойността на специалните металоурежащи инструменти /райбери, протяжки и др./, но това е достатъчно за да се предпочете системата основен отвор.

На фиг. 1.4.1 е показано шарнирно съединение на горната глава на мотовилка с бутало на компресор. Обикновено мотовилката се свързва подвижно с буталния болт, а последният - неподвижно с буталото. Ако се приложи системата основен

отвор, болтът трябва да бъде стъпален, и то в средната част с по-малък диаметър. Отколкото в краищата. Обработването на такъв вал, първо е не технологично и второ - при сглобяването на съединението болтът трябва да премине през отвора на главата на мотовилката чрез натиск, а това води до повреждане на повърхнината на отвора. В този случай системата основен вал е за предпочитане, защото буталния болт ще има само два гранични размера /гладък цилиндричен вал/ и ще бъде много удобен за механична обработка, а при сглобяването той ще премине през отвора на главината, без да повреди неговата повърхнина.



фиг. 1.4.1. Шарнирно съединение

Широкото внедряване на комбинираните сглобки, съставени от допускови полета с предпочитане, намалява някои от разгледаните предимства на системата основен отвор. Обаче в този случай икономическата ефективност от приложението на допусковите полета с предпочитане, поради ограничения им брой е много по-голяма, отколкото загубите при използване на някои основни отвори.

Системата основен вал се прилага и когато валът предварително е калиброван и не подлежи на по-нататъшна обработка, а върху него се монтират детайли с различни по характер сглобки.

1.4.2. Приложение на класовете на точност

Класовете на точност в ЕСДС на СИВ могат условно да се разделят на три групи:

- първа група 01, 0, 1-ви, 2-ри и 3-ти клас са предназначени за допуски на плоскопаралелни гранични мерки, за контролни калибри и за допуски на точни измервателни инструменти и др.
- втора група от 4-ти до 12-ти Клас на точност са предназначени за допуски на валове и отвори, които образуват сглобки.
- трета група от 13-ти до 17-ти клас на точност са предназначени за размерите с неозначени допуски.

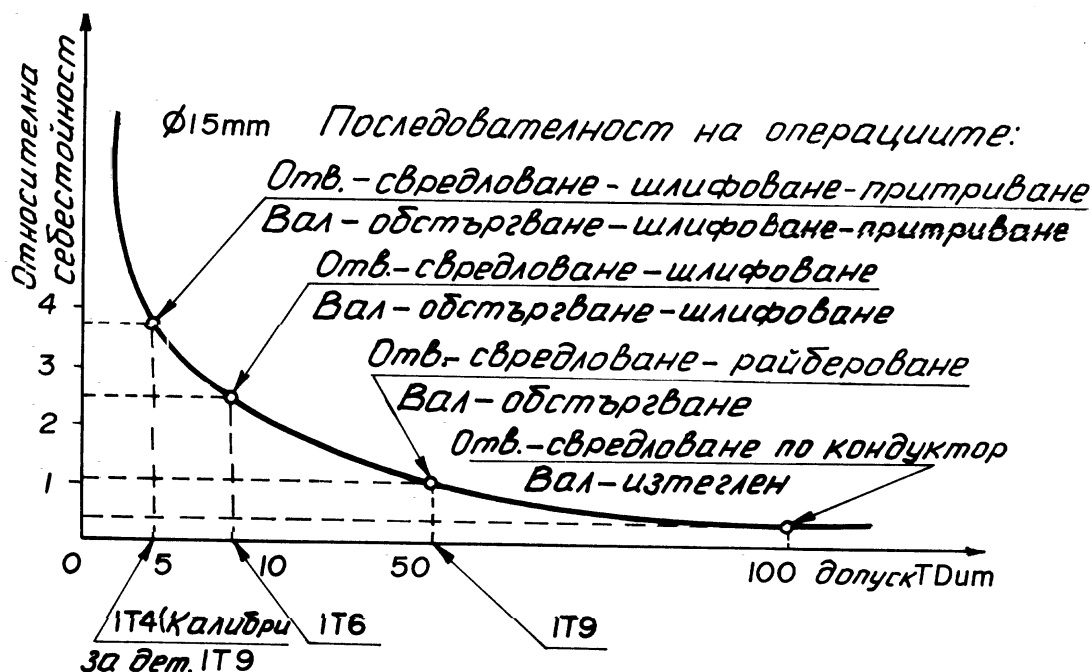
При подбирането на класовете на точност от втора група, т.е. за сглобки, трябва да се имат предвид следните съображения.

Класът на точност определя в най-голяма степен качеството на съединенията и труда за изработването на машинните части. Поради това класът на точност трябва да се предписва, като се взема предвид значението на всяка сглобка или за всеки размер на точността на машината, като цяло и дълготрайността на отделните машинни части.

Много често сглобките, а едновременно с това и класовете на точност се предписват по метода на аналогията, като се прилага опитът от предишните конструкции. Понеже в този случай подборът на сглобките и класовете на точност зависи изключително от познанията и усета на конструкторите, могат да се предпишат необосновано много точни класове и по такъв начин излишно да се оскъпи продукцията. Това е така, защото между предписаната точност на машинните части и тяхната себестойност има много тясна връзка.

На фиг. 1.4.2. е показано как се увеличава себестойността на детайла с намаляване на допуските /увеличаване на точността/. Това увеличение на себестойността се дължи на приложението на по-голям брой и по-скъпи технологични операции, от една страна и вероятността за увеличение на брака от друга. От фигурата се вижда също, че с намаляване на допусъка до нула себестойността се увеличава до безкрайност.

И тъй необосновано предписаната голяма точност води до неоправдани производствени разходи. Поради това целесъобразно е когато е възможно, да се прави аналитична проверка на избраната точност и сглобка.



фиг. 1.4.2. Крива на себестойността

Основно правило при подбирането на класовете на точност трябва да бъде изискването да не се предвиждат излишно високи класове на точност, за да не се увеличава стойността на изделието. За целта конструкторът трябва да се ръководи от наблюдението върху подобни съединения, работещи при еднакви условия с тези, които се конструират.

1.4.3. Приложение на нормалните стандартни сглобки в системата на СИВ

Въпросът за предписването на най-подходящи сглобки на гладките съединения е много важен, защото от сглобките зависят точността, дълготрайността и в крайна сметка - качеството на машините.

В практиката се прилагат два метода за подбиране на най-подходящи сглобки: аналитичният метод и методът на аналогията. Аналитичният метод се прилага при подбиране на сглобки за плъзгащи лагери, сглобки с топлинни хлабини и пресови сглобки.

Методът на аналогията се състои в съпоставяне на проектираното съединение с аналогични съединения, чиито сглобки са предварително известни, а съединенията са работили в експлоатационни условия през достатъчно дълъг период от време. Този метод се прилага главно при предписването на преходни сглобки, на някои от подвижните сглобки и на неотговорни пресови връзки.

1) Подвижните сглобки условно могат да се разделят на три групи: с малки хлабини, със средни хлабини и с големи хлабини. Подвижните сглобки от първата група се предписват, когато е необходимо сравнително точно центроване на вала спрямо отвора /или обратно/ при необходимост от регулиране при сглобяването или в експлоатация чрез относително осово преместване на двата детайла, при сменни зъбни колела в металорежещите машини и т.н. Към тази група се отнасят следните сглоби: H6/ h5 - предписва се когато трябва да се осигури пълна взаимозаменяемост и точно центроване на два относително подвижни детайла - например съединението на пинолата на струга със задното седло; H7/h6 - намира приложение в няколко случая:

- a) сменни зъбни колела в металорежещи машини, които предават въртящи моменти чрез шпонки;
- b) свързване на детайли, които се преместват един спрямо друг при регулиране, но са неподвижни при работа;
- c) повишени изисквания по отношение съостността на два детайла, сглобени по центровъчен пояс;
- d) сглобяване на гивни на търкалящи лагери и други случаи;

H8/h7 и H9/h8 - предписват се когато изискванията за точно центроване не са големи, а сглобяването и разглобяването трябва да бъде облекчено;

H11/h11 и H12/h12 - предписват се в неточни неподвижни съединения с допълнителни осигурителни средства, например центроване на капаци и фланци в

арматурни системи или когато детайлите след сглобяването подлежат на заваряване;

H6/g5 и H7/g6 - прилагат се, когато в съединенията трябва да се осигури плътност /непропускливост/ или съосност на детайлите с възможност за относително взаимно преместване при сглобяване или регулиране;

H6/f6 - прилага се вместо сглобката H6/f5 когато граничните хлабини трябва да бъдат по-големи, но точността на формата на сглобяваните повърхнини трябва да се запази.

Към втората група спадат сглобките предимно за плъзгащи лагери, които работят при нормална температура. Към тях се отнасят:

H7/f6 - прилага се за средно натоварени плъзгащи лагери при неголеми периферни скорости и спокойно натоварване или при сглобяване на свободно въртящи се върху валове зъбни колела, които се включват чрез зъбни съединители или за направляване на тласкачите на клапаните в двигателите с вътрешно горене и в други случаи;

H8/f8 и H8/e9 или H9/f9 - прилагат се за плъзгащи лагери при големи периферни скорости, при лагеруване на валове на три опори и т.н.

H11/d11 и H12/b12 - прилагат се в подвижни съединения в груби механизми, които работят на открито, за съединения на валове от чисто изтеглен прътов материал, за центровъчни пояси, за капачки към фланци на груба арматура и др.

H8/e8 - прилага се за плъзгащи лагери с големи периферни скорости и малко повърхностно налягане или при средни периферни скорости и голяма дължина на лагерната черупка, както и при лагеруване на три опори - например основните лагери на коляновия вал и лагерите на разпределителния вал в двигателите с вътрешно горене и в други случаи;

H11/b11 - прилага се, когато е необходима голяма хлабина в съединението, а колебанието и в големи граници е допустимо, например лагеруване на валове в някои селскостопански машини;

H7/d18 и H8/d9 - осигуряват големи хлабини и се предписват за плъзгащи лагери при големи периферни скорости и малък радиален товар; шийката на вала се затопля повече от лагерната черупка.

Третата група сглобки е за подвижни съединения, работещи при повишени температури /100 - 250°C/ при които валът се нагрява повече от лагерната втулка. Към тези сглобки се отнасят:

H7/e8 и H8/e8 - прилагат се например в съединението бутало – цилиндър при изпускателните клапани при двигателите с вътрешно горене, в помпите, компресорите и в други случаи.

- 2) Преходните сглобки се прилагат предимно за точно центроване на отвор спрямо вал и неподвижните съединения, които са осигурени срещу взаимно преместване с шпонки, щифтове, болтове и др. и често се подлагат на разглобяване за преглед, почистване, подмяна на сменяеми детайли и др. Преходните сглобки се подбират главно по метода на аналогията, но независимо от това трябва да се има предвид, че характера на натоварването на съединенията, както и честотата на монтажа и демонтажа оказват влияние върху характера на сглобката. Така например при ударни или знакопроменливи натоварвания на съединенията преходните сглобки трябва да осигуряват повече стегнатост отколкото хлабина, а при често монтиране и демонтиране, с оглед на предпазването на присъединителните повърхнини от повреждане сглобките трябва да осигуряват по-вече хлабина, отколкото стегнатост.

Сглобките H6/n6, H7/n6 и H8/n7 се предписват, когато машинните части предават големи въртящи моменти, съпроводени с ударни натоварвания, както и за неподвижно свързване на тънкостенни детайли, на които не могат да се поставят шпонки или щифтове. Демонтажът на тези съединения се съпровожда с разрушаване на присъединителни повърхнини, поради което той трябва да се прави само при основен ремонт.

Сглобките H6/m5, H7/m6, H8/m6 имат сравнително по-малка стегнатост, но и тук демонтажът изисква значителни осови сили. При дължина на съединението повече от 1,5D тези сглобки заменят сглобки. Поради това сглобки се предписват при значителни статични или малки динамични натоварвания. Разглобяването на съединението през периода на нормалната експлоатация не се препоръчва, за да не се повредят присъединителните повърхнини.

Сглобките H6/k5, H6/k6, H6/k7 са характерни с това, че средните стегнатости са близки до нула и поради това са удобни за монтаж и демонтаж при осигуряване на добра съосност на отвор спрямо вал. Това е предимство на k сглобки, поради това те се прилагат по-често от другите преходни сглобки.

Сглобките H6/js5, H7/js6, H8/js7 осигуряват по-често хлабина, отколкото стегнатост и се прилагат при сглобяване на детайли, които често се монтират и демонтират при експлоатация сменяеми маховици, сменяеми зъбни колела и металорежещи машини, сменяеми втулки и др.

Преходните сглобки се прилагат много често при сглобяване на търкалящи се лагери.

- 3) Пресовите сглобки позволяват да се предават осови сили или въртящи моменти благодарение на триенето между присъединителните повърхнини, предизвикано от стегнатостта в съединението.

Осъществяването на пресовите сглобки става чрез набиване на вал в отвора с чук или преса при нормална температура, чрез нагряване на обхващания или охлаждане на обхващания детайл, при което валът се вкарва свободно в отвора, и накрая чрез комбинация от нагряване на отвора и охлаждане на вала.

Здравината на пресовите връзки се определя главно от стегнатостта в съединението, но тя зависи и от точността на формата и грапавостта на присъединителните повърхнини, от наличието и марката на употребените масла при запресоването и от други фактори.

При подбирането на пресовите сглобки се прави непременно пресмятане на пресовата връзка, за да се установи, че най-малката таблична стегнатост е достатъчна за предаване на зададения въртящ момент, а най-голямата таблична стегнатост няма да предизвика недопустимо големи напрежения в материала на сглобените детайли. В някои случаи при много отговорни пресови връзки, сглобката се подбира след опитна проверка.

Методът на аналогията при подбирането на пресовите сглобки има ориентировъчно значение и в никакъв случай не бива да се вземат окончателни решения без аналитично и дори опитна проверка. Само в такъв смисъл трябва да се разглеждат дадените тук сведения за приложението на пресовите сглобки.

В зависимост от стойността на отношението между средните стегнатости S_m за дадена група диаметри и средния диаметър за тази група D пресовите сглобки биват:

1. Тези пресови сглобки, при които $\frac{S_m}{D} \geq 1, \mu m / mm$

Към тази група се отнасят сглобките H7/u7 и H8/u8. Те се прилагат, когато съединението трябва да предаде сравнително големи въртящи моменти и когато при работа изпитва големи динамични натоварвания. При тези сглобки материала на съединяваните машинни части, особено обхващащата трябва да има голяма якост.

2. Средните пресови сглобки, при които $S_m : D \approx 0.5, \mu m / mm$

В тази група са следните сглобки: H7/s5; H7/r6, H7/s6, H8/s7;

Средните пресови сглобки предават около два пъти по-малки въртящи моменти в сравнение с тезите при същите номинални диаметри и се прилагат, когато тезите пресови сглобки предизвикват недопустимо големи напрежения в материала на машинните части.

3. Леки пресови сглобки, при които $S_m : D \approx 0.25, \mu m / mm$. В тази група има две сглобки H6/r5 и H7/p6 или r6/.

Леките пресови сглобки се прилагат, когато въртящите моменти или осевите сили са малки, но е необходима точност на центроването. При тези сглобки се допуска употребата на осигурителни средства срещу превъртане.

При създаване на тези пресови сглобки се препоръчва нагряване на обхващащата машинна част /за стомана до $400 - 600^{\circ}C$ / и свободно вкарване на вала в отвора или път нагряване на обхващащата машинна част до по-ниска температура от посочената и набиване на преса. Ако нагряването е нежелателно, а също и при малки стегнатости леки пресови сглобки, се прибегва към охлаждане на вала в сух лед /до $-78^{\circ}C$ / или в течен въздух /до $-180^{\circ}C$ /.