

**Доц. К.т.н. Светлозар А. Токмакчиев**

# **ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТ И ТЕХНИЧЕСКИ ИЗМЕРВАНИЯ**

**София 1999**

Книгата е написана в съответствие с учебната програма по дисциплината "Взаимозаменяемост и технически измервания", която се чете пред студентите от специалността "Комплексна механизация" при МГУ и е предназначена за учебник по същата дисциплина.

Тя може да бъде полезна за инженеротехническите работници, заети с разработването, експлоатацията и поддържането на минната механизация.

## **ПРЕДГОВОР**

Един от главните проблеми пред минната механизация е осигуряването на взаимозаменяемост на основните конструктивни елементи, главната предпоставка за решаването на този проблем е внедряването на система от допуски и сглобки, наличието на машини и съоръжения, притежаващи необходимата точност при обработването и използването на измервателни устройства, за контрол на основните технически параметри.

С цел да се подпомогне този процес в настоящата книга се разглеждат основно въпросите на системата за допуски и сглобки, приета от страните членки на СИВ и условията за нейното прилагане.

Във втората част на учебника са разгледани основите на преобразуването на технологичните величини в подходящо кодирани информационни сигнали.

Преобразувателите са изложени последователно, без да се обвързват с измерването на конкретна величина.

Третата част - третира въпроса за измерването на определени параметри и технологични величини от минната практика.

Възприетият начин за поднасяне на материала, способствува за развитие на творческото мислене на студентите и създаване на изследователски навици у тях.

За оформянето на съдържанието на този курс съществен принос има доц. К.т.н. ДРАГАН ТАСЕВ, който положи и основите на тази дисциплина.

Авторът изказва своята благодарност на проф. К.т.н. ХРИСТО ЦВЕТКОВ и доц. К.т.н. СЛАВЧО ДОНЧЕВ за задълбоченото рецензиране на ръкописа и направените ценни препоръки.

Критики и забележки, целящи подобряване на съдържанието на учебника ще бъдат приети от автора с благодарност.

АВТОРЪТ

# **ЧАСТ ПЪРВА**

## **ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТ**

### **Глава първа**

#### **1.1. Взаимозаменяемост и стандартизация, основни понятия.**

Взаимозаменяемостта е принцип на проектиране, производство и експлоатация на машиностроителни изделия, осигуряваща възможност за сглобяване и ремонт без допълнително обработване и регулиране на изработените независимо една от друга машинни части.

Първоначално взаимозаменяемостта се простира само върху геометричните размери на машинните части. Съвременното развитие на машиностроенето, което се характеризира с повишени технически и експлоатационни изисквания, свързани с високите скорости, повишените температури и налягания, повишената дълготрайност и т.н., наложи принципът на взаимозаменяемостта да се разпространи и върху други показатели на качеството, като твърдост, износоустойчивост, електропроводимост, к.п.д. и др. Поради това сега съществуват две понятия за взаимозаменяемостта: размерна взаимозаменяемост и функционална взаимозаменяемост.

Размерната взаимозаменяемост, или както се нарича, взаимозаменяемост в тесен смисъл означава възможност за сглобяване, както и смяна при ремонт на изработените независимо една от друга машинни части във възли, а възлите в машина или уред без допълнителна обработка на присъединителните повърхнини, като се спазват техническите изисквания към възлите, машината или уреда като цяло.

Функционалната взаимозаменяемост е принцип на конструиране, производство и експлоатация на изделията, който осигурява възможност за сглобяване /или смяна при ремонт/ на изработените независимо един от друг сглобяеми машинни части и възли при спазване на изискванията към точността на геометричните, механичните, електрическите и другите показатели на качеството, при които експлоатационните показатели за работа на изделията трябва да бъдат икономически оптимални и да се намират в предварително зададените граници.

Внедряването на функционалната взаимозаменяемост налага да се предписват допуски на геометричните и кинематични параметри, на механичните свойства на материала и особено на повърхностния слой. В зависимост от принципа на действието на машината, допуски се предписват и на електрическите, хидравличните, оптичните, абразивните и всички физични или химични параметри. Въпросът за функционалната взаимозаменяемост се свежда към решаването на следните три задачи:

1. Уточняване на експлоатационните показатели на дадена машина или уред или на техните възли и изясняване на параметрите, които влияят на тези показатели. Тези параметри условно се наричат функционални и могат да бъдат геометрични, кинематични, механични, електрични, оптични и др.
2. Изясняване на връзката между функционалните параметри и експлоатационните показатели. Тази връзка може да бъде математична функция, корелационна или случайна функция.
3. Уточняване на допустимите отклонения на експлоатационните показатели на машината, уреда или възела, при който те ще функционират нормално, в продължение на зададен период от време.

Нормалните стойности на експлоатационните показатели на машините, уредите или на механичните възли се определя от конструктора, който извършва якостни, топлинни, хидродинамични и други изчисления и експериментирание с опитни образци.

#### 1.1.1. Видове взаимозаменяемост

Взаимозаменяемостта може да бъде пълна, непълна /ограничена или частична/, вътрешна и външна.

При пълната взаимозаменяемост всички параметри /геометрични, механични, електрически и пр./ на машинните части и възлите трябва да се изработват с такава точност, че да бъде възможно сглобяването или подмяната при ремонт на кой да е от тях с друг, без допълнително обработване или подбиране. Като се гарантира необходимата точност при сглобяването, а в определени граници - и оптималните експлоатационни показатели на всички однородни възли, машини и уреди.

Пълната взаимозаменяемост има редица производствени и експлоатационни предимства:

1. Сглобяването на машинните части и възлите се опростява, защото се свежда до обикновено съединяване, което може да се прави от работници с по-малка квалификация.
2. Процесът на сглобяването може да се нормира точно по време, благодарение на което могат да се прилагат поточни методи за сглобяване, както и автоматизиране на изработването и сглобяването на възлите.
3. Възможност за широко коопериране между специализираните предприятия при изработването на детайлите и възлите на машините и уредите.
4. Ремонтът на машините се опростява, защото всеки повреден детайл, а дори и възел може да се замени с резервен детайл или възел, тъй като резервните части и възли отговарят на изискванията за пълна взаимозаменяемост. В редки случаи при производството на сложни и скъпи резервни части се допуска допълнителна обработка при сглобяването.

При непълната взаимозаменяемост някои от експлоатационните показатели се осигуряват по метода на регулиране или по метода на подбиране на геометричните

функционални параметри. В първия случай при сглобяването се допуска допълнителна обработка на някои машинни части или регулиране на някой размер с подвижни или неподвижни компенсатори, а във втория случай машинните части се разделят на групи чрез измерване, след което едноименните групи се сглобяват. По такъв начин машинните части на възела от едноименните групи са взаимозаменяеми, а машинните части от разноименните групи – не взаимозаменяеми. В практиката методът на груповото подбиране намира широко приложение при производството на търкалящи лагери, в двигателостроенето - при сглобяването на буталния болт с буталото и в редица други случаи.

Методът на регулиране се прилага предимно в единичното и дребносерийното производство, при което необходимата точност се постига чрез съвместна обработка на сглобяваните машинни части или чрез изменение на някой размер, като се сменя част от материала, оставен предварително с такава цел.

Под вътрешна взаимозаменяемост се разбира взаимозаменяемостта на машинните части, от които се състои даден възел или машина, например взаимозаменяемостта на съчмите или ролките и пръстените на търкалящия лагер или на машинните части от скоростна кутия на автомобила.

Под външна взаимозаменяемост се разбира взаимозаменяемостта на възлите и изделията по присъединителните повърхнини и размери, чрез които те се съединяват с други, съвместно работещи с тях възли и изделия. Например съединяването на търкалящите лагери с детайлите на възлите или изделията става по външния и вътрешния диаметър на лагера - това е външна взаимозаменяемост, която за дадения случай е и пълна. Взаимозаменяемостта на запалителните свещи на двигателите с вътрешно горене по присъединителните повърхнини /външна резба и чело/ е също външна, тъй като чрез тези повърхнини свещите се закрепват към главата на двигателя.

Външната взаимозаменяемост има важно значение не само за възможността за сглобяване на възела и за правилното взаимодействие на възлите в изделието. Тя е от изключително значение за кооперирането между предприятията при изработването на отделни възли или агрегати.

Горното разделяне на взаимозаменяемостта на видовете засяга само геометричните функционални параметри на детайлите. Взаимозаменяемостта по другите функционални параметри - физикомеханични свойства на материала и пр., трябва да бъде винаги пълна.

Като обективен показател за оценка на равнището на взаимозаменяемостта и техническата култура на производството служи коефициентът на взаимозаменяемостта  $K_v$ , който се определя като отношение между трудопоглъщаемостта при изработване на взаимозаменяеми машинни части и възли и общата трудопоглъщаемост при изработване на цялата машина. Високата стойност на  $K_v$  е гаранция за висока техническа култура.

### 1.1.2. Връзка на взаимозаменяемостта със стандартизацията.

"Стандартизацията е дейност, изразяваща се в намиране на решение за повтарящи се задачи в сферата на науката, техниката и икономиката, насочена за постигане на оптимална систематизация в определена област и обхващаща процесите на разработване, публикуване и прилагане на стандартите".

Стандартизацията може да бъде: международна - провежда се от международната организация по стандартизация; регионална - провежда се от група държави, например стандартизацията в рамките на страните членки на СИВ; национална, която от своя страна може да бъде държавна - провежда се в отделната държава, като стандартизационните документи са задължителни за производители, потребители и вносители в страната; отраслова - обхваща обектите в дадено ведомство /министерство, комитет/ и заводска - обхваща обектите в даден завод /комбинат, обединение/.

Стандартът е нормативно-технически документ по стандартизация, който определя норми, правила и изисквания към обекта на стандартизацията и е утвърден от компетентна организация.

При разработването на стандартите се имат предвид постиженията на науката и техническия прогрес и челният опит в практиката. Стандартите трябва да съдържат оптимални решения не само от научнотехническа, но и от икономическа гледна точка. Те могат да обхващат материални обекти /продукция, суровини, материали, еталони, образци на вещества и пр./, норми, правила, общотехнически или организационно-методични изисквания към обектите на стандартизацията, методи, термини, означения и др. Стандартите трябва да съдържат показатели, изисквания и характеристики, които осигуряват подобряване на качеството на продукцията, намаляване на нейната себестойност и повишаване равнището на взаимозаменяемостта ѝ.

Основните методи на стандартизацията са; унификация, типизация и агрегатиране. Унификацията се състои в уеднаквяване на детайлите, възлите и изделията, правилата за приемане, методите за изпитване, параметрите, термините и т.н.

Под унификация в машиностроенето се разбира комплекс от мероприятия, които водят до целесъобразен минимален брой на конструкциите, типоразмерите на машините, техните детайли и възли.

Унификацията спомага за намаляване асортимента на материалите, употребявани за изработване на изделията, с оглед да се постигне най-пълно използване на материалните ресурси и да се създадат условия за по-добра организация на производствените процеси.

Унификацията е предпоставка за въвеждане на агрегатирането.

Агрегатирането е принцип за производство на машини, съоръжения и уреди, основан на използването на унифицирани агрегати /възли/, които се монтират в изделия в различен брой и комбинации. Тези агрегати /възли/ трябва да бъдат напълно взаимозаменяеми по всички експлоатационни показатели и по присъединителни размери.

Приложението на агрегатирането, например агрегатно възловата система на ремонт, спомага за рязко съкращаване на ремонтната дейност и повишаване качеството на ремонтно-възстановителните работи.

Типизацията е метод на стандартизацията, чиято цел е да се съкрати голямото разнообразие на изделията, т.е. да се въведат признаците на обектите към еднообразие и установяване на рационалния им брой.

Стандартизационните документи в РБ се подразделят на четири категории:

- Български държавни стандарти /БДС/;
- Стандарти на СИБ /СТ на СИБ/;
- Отраслови нормали /ОН/;
- Заводски нормали /ЗН/.

Българските държавни стандарти се утвърждават от комитета по качеството и са задължителни за всички предприятия, организации и учреждения в страната. Те обхващат масовата и серийната продукция с производствено-техническо предназначение и стоки за широко потребление, общотехнически норми, термини, означения, измервателни единици, класификации, кодиране, организация на производството и др.

Стандартите на СИБ се утвърждават от Постоянната Комисия на СИБ по сътрудничество в областта на стандартизацията /ПКС/ и са задължителни за страните - членки на СИБ.

Отрасловите нормали се утвърждават от ръководителите на министерства, Комитети и централни ведомства и са задължителни за предприятията, организациите и учрежденията в съответните отрасли на промишлеността, независимо от тяхната подчиненост. Отрасловите нормали обхващат обекти, специфични за съответните отрасли, по номенклатура, съгласувана от комитета по качеството и не могат да противоречат на държавните стандарти.

Заводските нормали се утвърждават от ръководителя на съответното предприятие или стопанска единица и са задължителни само за това предприятие или организация. Заводските нормали не могат да противоречат на държавните стандарти и на отрасловите нормали.

Стандартизационните документи в нашата страна периодично се преразглеждат и актуализират, с оглед да съответствуват на постиженията на съвременната наука и техническия прогрес и да изпълняват изпреварващата роля на стандартизацията.