

АСПЕКТИ И ТЕНДЕНЦИИ ПРИ ДИАГНОСТИКАТА НА ПРОИЗВОДСТВЕНА ТЕХНИКА В МАШИНОСТРОЕНЕТО

АСПЕКТЫ И ТЕНДЕНЦИИ ДИАГНОСТИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ASPECTS AND TRENDS AT DIAGNOSTIC OF MANUFACTURING EQUIPMENT IN MACHINE-BUILDING INDUSTRY

Assoc. Prof. Eng. Geshev T., PhD
Technical University of Sofia, Bulgaria
E-mail: t_geshev@tu-sofia.bg

Abstract: In this paper are present some contemporary aspects and trends at diagnostic approaches of manufacturing equipment for machine-building industry. On base of system approach here are defined sub-systems of machine-tools that have biggest impact for exploiting indexes as working accuracy, performance, degree of automation and reliability. For this sub-systems are consider type of primary diagnostic information, characteristics of its contents and its obtaining.

KEYWORDS: DIAGNOSTICS, MACHINE TOOL SUB-SYSTEMS, DIAGNOSTIC SYSTEM

1. Въведение

Оценяването на техническото състояние на производствената техника в машиностроенето винаги е било актуално, тъй като е пряко свързано с качеството на произвежданата чрез нея продукция. Към настоящия момент в глобален мащаб техническата изправност на съоръженията се осигурява чрез две системи за тяхната експлоатация - по ресурс и по действително състояние [1].

Експлоатацията по ресурс става на база показатели за надеждност, заложен в време на създаването на конкретно съоръжение и има в основата си вероятностен характер. Тя е целесъобразна за машини и съоръжения, които работят с постоянно натоварване или с предварително известни натоварвания във времето. Типични примери са съоръжения в металургичното производство, авиационната техника, производството на електроенергия, комуникациите и др. За машиностроителното производство, особено при механичното обработване на детайли, експлоатацията по ресурс е неточна, но удобна за бързо решаване на проблемите, свързани с обслужване, поддържане и ремонт на машините.

Експлоатацията по техническо състояние се появи през последните години като алтернатива на експлоатацията по ресурс и има за основна цел намаляване на разходите от преждевременна замяна на елементи и възли. Тя предизвиква промени в съществуващите до момента средства за диагностика и определи нови концепции за изграждането им. При експлоатацията по техническо състояние се извършва измерване на показатели на съоръжението и се взима решение за възможността и действията, който трябва да се предприемат за възстановяване на технически изправното състояние. Главните предпоставки за нейното появяване и разпространение са усложняване на конструкцията и повишаване на качеството на произвежданите машини и съоръжения. Появи се необходимост от детайли със сложна геометрия, високи изисквания за точност, често произвеждани в единични количества при съчетаването на класически и нестандартни технологии. Цената на такива детайли е висока и ако те трябва да се заменят периодично в конкретно съоръжение, диагностицирането на тяхното състояние става актуално. Диагностика трябва да се извършва на макро и микро ниво. Макро нивото се базира на измерването на технически параметри и експлоатационни характеристики чрез използване на преобразуватели за честота на въртене, скорост на движение, консумирана енергия, температура, налягане, дебит

и др., но на него не могат да се установят началните моменти на появяване на дефекти, свързани с възникване на пукнатини, механично износване на детайли, частични разрушения от умора и др. Микро нивото се базира на методите за безразрушителен контрол, като вибро-акустична диагностика, измерване на деформации, вътрешни напрежения и др. В техническата диагностика при оценяването според действителното състояние се създаде ново направление - оценяване на състоянието с помощта на експертни системи.

Трябва да се подчертае, че и двете системи, противоположни по същество, имат еднаква цел - гарантиране по обем и качество на определена производствена програма за определен период от време. Основната причина за предпочитанието към експлоатацията по ресурс е, че се работи по нормативни документи с по-обща област на действие и не е необходимо изясняване на особености от работата на съоръжението.

При пазарно ориентирана икономика проблемът за оценяване състоянието на производствените технологични системи, както по време на експлоатация, така и след ремонт или модернизация, става все по-актуален. При последвалата децентрализация на производството в България се създадоха голям брой малки и средни предприятия с различна форма на собственост - държавни, кооперативни и еднолични фирми. Те са обзаведени и експлоатират технологични системи, наследени от машиностроителните предприятия у нас. Средната възраст на тези системи е над 20 години [1]. Значителна част от тях са физически годни, но 5-6 пъти морално остарели в сравнение с тези, работещи в индустриално развитите държави. Не съществуват нормативни документи (стандарты и др.) за извършване на диагностика, оценяване и поддържане на производствена техника в подобно състояние. За нея е необходимо прилагането на методи за диагностика с цел ефективно използване, текущо поддържане, ремонт, модернизация, пренасочване към друг тип производство или ликвидиране.

2. Обекти на диагностика

Основната част от производствената техника в машиностроенето са металорежещите машини (ММ) [3]. Реално те са **най-сложните обекти** и се състоят от редица системи. Изменението на техническото състояние на тези машини се придружава от значителен брой явления, различни

по характер и степен на изразяване. В тях има богата по съдържание информация, която ако бъде извлечена и анализирана, може да се използва за поставяне на диагноза. В [3] е показана експертна оценка за степента на влияние на системите, от които са изградени ММ върху експлоатационните показатели работна точност,

производителност, степен на автоматизация и надеждност. Същата е представена в табл. 1.

Тя показва, че **най-силно влияние** върху посочените експлоатационни показатели на ММ имат **кинематичната система, системата за управление и инструменталната система.**

Таблица 1

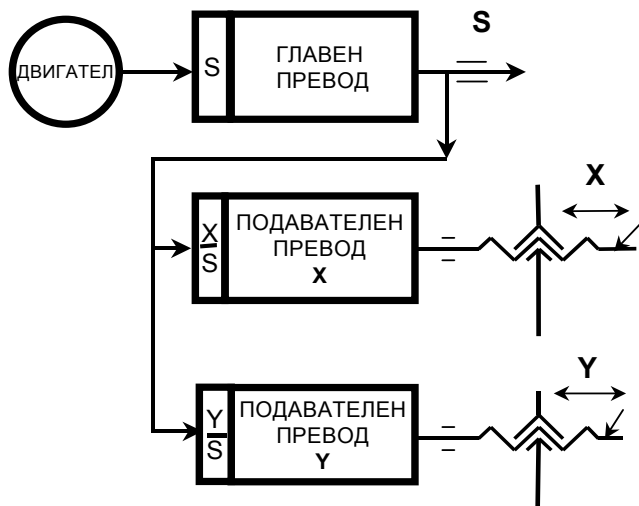
СИСТЕМА	СТЕПЕН НА ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ				общо
	работна точност	производителност	степен на автоматизация	надеждност	
Геометрична	2	2	1	2	7
Кинематична	2	2	2	2	8
Управление	2	2	2	2	8
Вграден контрол и диагностика	2	0	0	2	4
Инструментална	2	2	2	2	8
Мазане	0	0	0	2	2
Охлаждане	0	0	0	2	2
Автоматично захранване със заготовки	0	1	2	0	3
Стружкоотвеждане	0	1	2	0	3
Климатична	2	0	0	0	2
Осветление	0	0	0	2	2
Степен на влияние	2 - силна	1 - средна	0 - слаба		

Тук ще се акцентира върху диагностичните особености на тези три системи. За тази цел те ще се представят по отношение на конструкцията им в аспект на получаване на диагностична информация от тях.

КИНЕМАТИЧНА СИСТЕМА

А. Конструктивни особености на кинематичната система

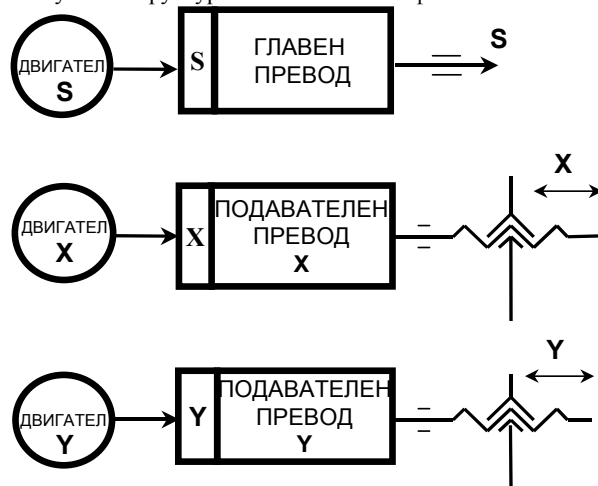
Конвенционални ММ. Конструкциите на тези машини са с голямо разнообразие, което е пряк резултат от тяхното предназначение. Структурите на техните кинематични системи могат да се представят чрез две обобщаващи схеми, показани на фиг. 2 и фиг. 3. Преводите и движенията, осигурявани от тях, са означени по начина, приет за ММ с ЦПУ. Структурата от фиг. 2 осигурява възможност за съгласуване на движенията на подавателните преводи с движението на главния, условно показана чрез означенията X/S и Y/S. С тези означения са обхванати и вътрешните кинематични вериги, съгласуващи конкретни движения едно с друго. В структурата на фиг. 3 няма такава възможност. Тези две структури обхващат изцяло хидравлични или комбинирани хидро-механични задвижвания.



Фиг. 2

ММ със система за управление Програмируем Логически Контролер (PLC).

Кинематичните вериги за отделните движения са сходни в конструктивно отношение. Всяка има самостоятелен двигател и съдържа малък брой звена, чрез които движението се пренася до работния орган. Те са изградени в съответствие със структурата от фиг. 3, като за отделни етапи на технологичния процес чрез допълнителни механични средства се получават структури в съответствие с фиг. 2.



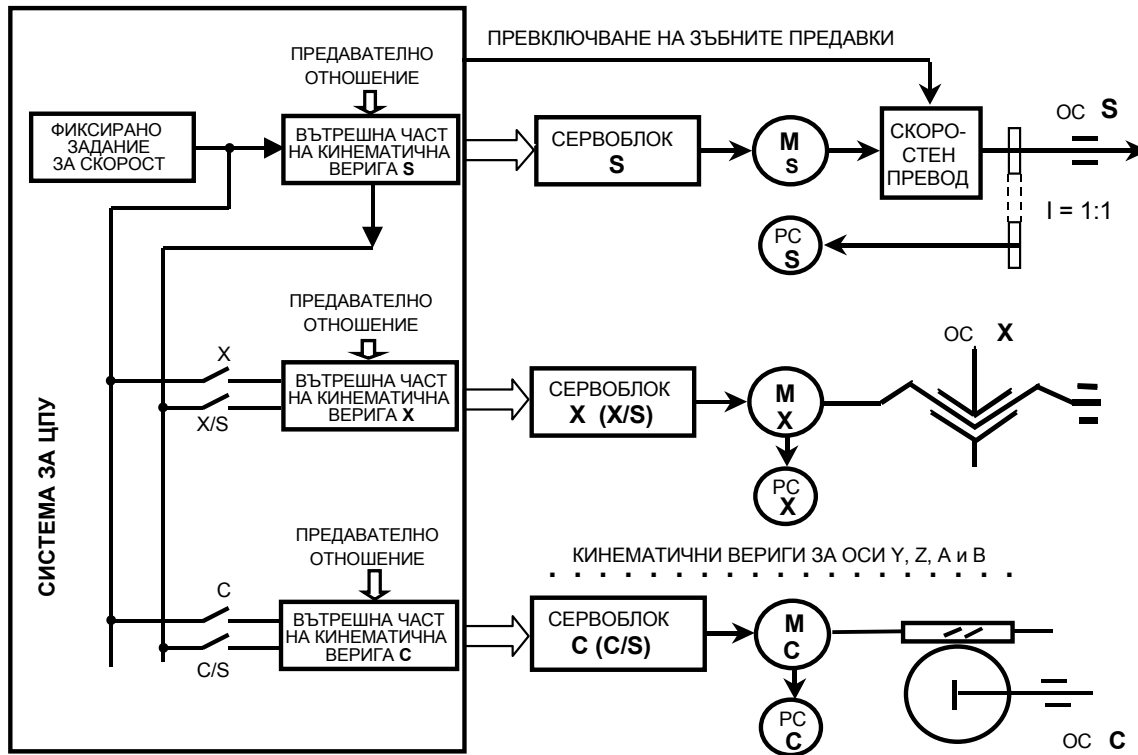
Фиг. 3

ММ със система за ЦПУ. Анализът на главните и подавателните преводи на тези машини показва, че кинематичните вериги на преводите имат вътрешна и външна част. Външната част е механична и се задвижва от самостоятелен електродвигател, пренася неговото движение до работния орган чрез малък брой машинни елементи, осигуряващи висока точност на движението. В нея са вградени измервателни средства, необходими за целите на ЦПУ.

Вътрешната част на кинематичните вериги е реализирана чрез средствата на компютърната техника и има предавателно отношение, което може да се изменя безстепенно в широки граници. То се настройва от информацията, съдържаща се в програмата за обработване на детайла. На нейния изход се

получава електрически сигнал за скоростта на електродвигателя от съответната външна част на кинематичната верига. Параметрите на този сигнал не са подходящи за непосредствено свързване към електродвигателя и затова се използва специално междинно устройство, наречено сервоблок. Структурата на кинематичната система на ММ с ЦПУ, в съответствие с посочените особености, е представена на фиг. 4. На нея са изобразени и вградените

измервателни преобразуватели РС S...PC C, необходими за работата на самата система за ЦПУ. Чрез ключовете X...C/S е показана възможността за осигуряване на различни структури. При затворени ключове X/S...C/S се осигурява структура в съответствие с фиг. 2, а при затворени ключове X...C – структура в съответствие с фиг. 3. Всичките ключове са с независимо управление.



Фиг. 4

Б. Диагностични особености на кинематичната система

По времето на експлоатация на ММ настъпващите изменения в кинематичната система са свързани с износване, пукнатини и откъртвания в зоната на търкаляне на лагерните тела или по страничните повърхнини на зъбите на зъбните колела [4], вследствие на които се появяват хлабини. Състоянието на главния превод може да се диагностицира с голяма степен на достоверност чрез вибро-акустични и шумови методи. Настъпващите изменения в механичната част на подавателния превод също са свързани главно с появяване на хлабини вследствие механично износване на елементите от неговите кинематични вериги. Поради ниските скорости на движение, вибро-акустичната и шумовата диагностика са неприменими. Пълното разглобяване на преводите и детайлното измерване на геометричните параметри на всички елементи от кинематичните вериги не дава цялостна представа за параметрите на движенията, осигурявани от превода. Не се разрешава демонтиране и повторно монтиране на измервателния преобразувател в преводите на ММ с ЦПУ, с каквато и да цел, без прилагане на методиката и техническите средства, използвани от производителя, тъй като при тези действия се променят паспортни данни на машината.

СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

А. Конструктивни особености на системата за управление

Предвид дългогодишното разработване, производство и усъвършенстване на ММ разнообразието в техническите решения в системите за управление на ММ е огромно – от изцяло механични системи с ръчно задействане до системи, използващи най-съвременна елементна база от областта на електрониката и компютърната техника.

Системите за ръчно управление се използват основно при универсалните малогабаритни ММ за управление на техните главни и подавателни преводи. При тях операторът прилага своята физическа сила към съответния орган за управление, който чрез предавателен механизъм, най-често от гърбичностов тип, извършва необходимото преместване на елемент от кинематичната система или работен орган [4].

Системите за ръчно механизирано управление се използват при универсални, специализирани и специални ММ от среден и голям габарит. Целта на този тип управление е операторът на ММ да не извършва продължителни и монотонни действия или действия, противоречащи на ергономични изисквания. Чрез самостоятелни задвижвания от електромеханичен, електрохи-дравличен или електропневматичен тип и невисока степен на сложност, управлявани ръчно от оператора, се осигурява преместване на елементи от кинематичната система или работни органи. Често се прилагат решения, които позволяват един и същ работен орган да се управлява от няколко подходящо разположени места в зоната на обслужване на машината [4].

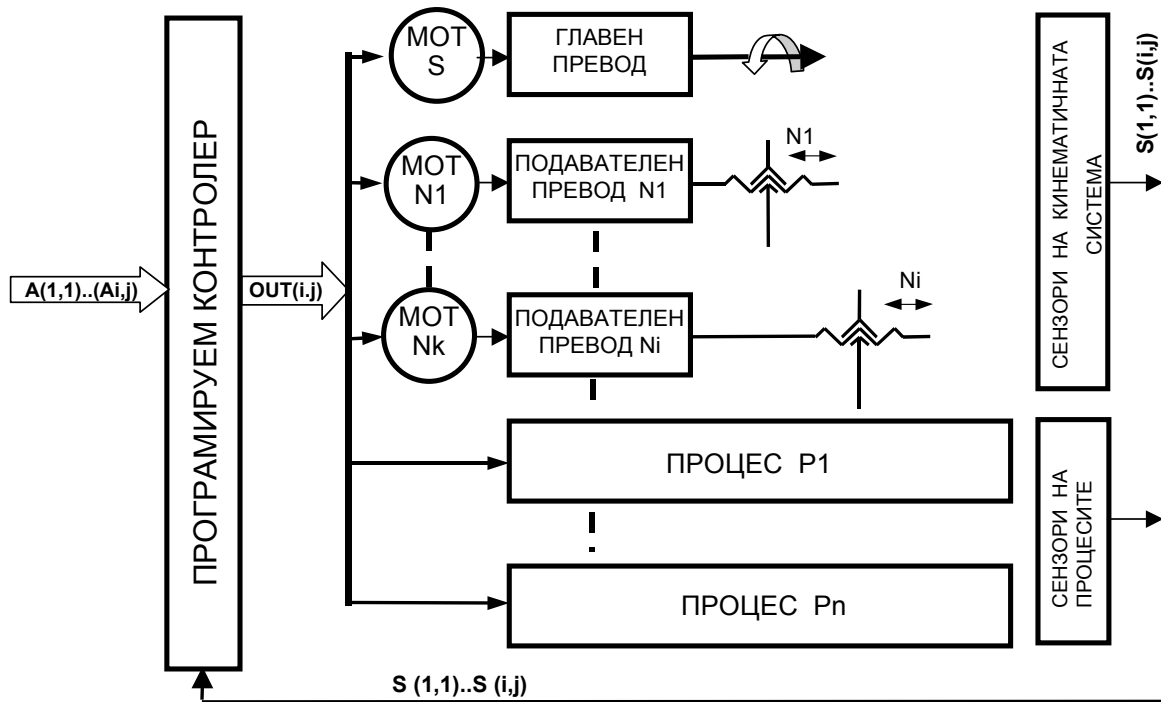
Системите за автоматизирано управление са получили значително разпространение в машиностроенето и могат да се групират в три поколения.

Системите за автоматизирано управление от *първо поколение* са най-ранните [2]. Използвани са за автоматизиране на някои от движенията на стругови и фрезови машини в серийното производство. Те са изградени с релейно-контакторна елементна база и от схемотехнична гледна точка са конструирани евристично. Поради ниска цена и удовлетворяване на изискванията на технологични процеси с ниска сложност системите за управление от това поколение се използват и сега, предимно при специализирани и специални ММ.

Системите за автоматизирано управление от *второ поколение* се характеризират с това, че част от релейната апаратура е заменена от дискретни електронни елементи и интегрални схеми с ниска степен на интеграция, използвани за апаратно реализиране на фрагменти от алгоритмите за управление [2]. Връзката между системата за управление и съответните изпълнителни механизми е релейно-контакторна, електро-хидравлична или електро-пневматична. По същите причини, както при системите от първото поколение, тези системи са актуални и сега за специализирани и специални ММ.

Системите за автоматизирано управление от *трето поколение* използват елементна база и конструктивни решения, заимствани изцяло от компютърната техника. В

резултат многократно нараснаха експлоатационните възможности както на ММ, така и на други машиностроителни обекти, снабдени със системи за управление от това поколение. В западно европейската и американската техническа литература е прието системите от третото поколение да се наричат "програмируеми логически контролери" (PLC). У нас е прието названието „Програмируем контролер" (ПК). В началото на тяхното появяване програмируемите контролери бяха предназначени за управление само на специализирани и специални ММ, агрегатни машини, автоматични линии, монтажни и транспортно-обслужващи съоръжения в машиностроителното производство. За неочаквано кратко време ПК се наложиха като стандартна система за управление на обекти практически във всички производства и започна усилено създаване на сензори за параметрите на голямо разнообразие от технологични процеси във всички области на индустрията и техниката и непосредствено свързване към ПК [5]. В резултат на анализ на информацията от множество източници тук е съставена обобщена структура (фиг. 5) на система за управление на ММ чрез ПК. В нея е показано, че освен кинематичната система, представена чрез главния и подавателните преводи, ПК управлява и процесите P1...Pn. Те представляват действия, изпълнявани едновременно с движенията на работните органи и принципно необходими за цялостното реализиране на технологичен процес от ММ с този тип управление.



Фиг. 5

Системи за цифрово програмно управление

Анализът на конструкцията на разпространените системи за ЦПУ за ММ показва, че те се състоят от три отделни части - цифрова част, средства за връзка между цифровата част и работните органи и програмируем контролер, които си взаимодействат по време на изпълнение на технологичния процес. Цифровата част е основна, изпълнява голям брой функции от различен характер, в това число реализира и вътрешните кинематични вериги (фиг. 4). Втората част обхваща средствата за връзка между външната и вътрешната

част на всяка от кинематичните вериги и е от съществена важност в процеса на формообразуване. Тя съдържа специализирани устройства, които предвид на техните функции и особености е прието да се наричат с общото име "сервоблокове"[6]. Вретеното и всеки подавателен превод имат собствени сервоблокове. Същите в аспекта на кинематичната система са показани на фиг. 4. Всеки сервоблок преобразува заданието за скорост, получено от цифровата част за съответния работен орган, така, че към изхода на сервоблока да

може да се свърже непосредствено електродвигателя за този работен орган. Третата част на системата за ЦПУ, програмируемият контролер, е предназначена за управление на всички спомагателни действия и движения, необходими за изпълнение на технологичен процес. Неговата конструкция и работа принципно не се различават от тези на системите за автоматизирано управление от трето поколение. Като стандарт в системите за ЦПУ е прието ПК да има 256 входа и 256 изхода. В реалните ММ с ЦПУ една голяма част от входовете и изходите е свободна и може да се използва за различни конкретни цели – управление на палетни станции, транспортъри и др. с цел цялостното осигуряване на производствен процес.

Б. Диагностични особености на системата за управление

Системи за ръчно и ръчно-механизирано управление

Тези системи не са сложни и лесно се поддържат в изправност. Появяването на повреди в тях най-често се диагностицира непосредствено от оператора на ММ, като те се изразяват основно в увеличаването на усилията, които той трябва да приложи за извършване на определено действие или в невъзможност то да се изпълни. Самото локализиране и отстраняване на неизправностите не изисква специална подготовка и технически средства [4].

Диагностични особености на системите за автоматизирано управление Намерената информация по отношение диагностиката на системи за автоматизирано управление от **първо поколение** е приложима само за случаите, когато ММ вече е неработоспособна. Тя се отнася за конкретни ММ, не е систематизирана и се свежда до точно описани процедури за откриване и отстраняване на вероятни неизправности. По време на диагностицирането се използват универсални измервателни средства за напрежение, ток и съпротивление. Това показва, че практически не съществуват специализирани средства за диагностика на системите от първо поколение. Анализът по отношение на възможностите за диагностиката на системите за автоматизирано управление от **второ поколение** показва, че цялата налична информация за тези системи се отнася само за проектирането им с конкретно предназначение и характеристики. По време на създаването на това поколение използваната елементна база се състоеше от логически схеми с ниска степен на интеграция, които имаха значителна цена. Основните задачи пред конструкторите тогава се изразяваха в създаване на по-усъвършенствани системи за управление и едновременно с това намаляване на броя на използваните логически схеми. В тази връзка получиха широко разпространение системи за управление тип „краен автомат“ и формални методи за намаляване на броя и номенклатурата на необходими за конкретно решение логически схеми. След прилагането на тези методи принципно се загубва възможността за логическо и физическо проследяване на връзката между входните сигнали, вътрешните състояния и изходните сигнали на системата за управление. Основно диагностично средство за това поколение беше така наречения сигнатурен анализатор.

Анализът по отношение на диагностиката на системите за автоматизирано управление от **трето поколение** показва, че при тях съществуват същите принципни проблеми, както при системите от първо и второ поколения [6]. Най-характерната особеност на системите от трето поколение е, че много голяма част от точките в електрическата част на системата, от които може да се получи диагностична информация в действителност са недостъпни, тъй като са във вътрешността на интегрални схеми или са реализирани програмно.

Общите неизправности, характерни и за **трите поколения** системи за управление, се изразяват в нарушаване на съответствието между входните и изходните сигнали, необходими за управлението, което предизвиква незабавно нарушаване и на самия технологичния процес. Причините за нарушаването могат да бъдат външни смущения от различен характер, повреда на сензор или изпълнителен механизъм, както и на непроверени особености на програмното осигуряване. Конструктивната и експлоатационната документация, която съпровожда системите за управление от второто и особено от третото поколение в голяма част от случаите практически липсва, преди всичко за вносните системи. Основните трудности при диагностициране на неизправностите в ПК са свързани с невъзможността да се проследят по удобен начин входните и изходните сигнали съвместно със състоянията, през които преминава системата за управление. Неизправностите се откриват трудно, особено когато се появяват и изчезват в предварително неизвестни моменти от време, което за съжаление е най-често срещаният случай.

Диагностични особености на системите за ЦПУ

Анализът, направен по отношение диагностиката на тези системи, показва следните особености. **Цифровата част** на системата за ЦПУ е сложна по конструкция и не може да се диагностицира и ремонтира без наличието на пълна техническа документация и специализирана апаратура. Въпреки това тя не създава принципни затруднения, тъй като може да бъде проверена, ремонтирана и заменена като самостоятелен блок. Като правило в съвременните системи за ЦПУ се вграждат средства за собствена диагностика на цифровата част. Взети са специални мерки всякаква повреда на тази част винаги да води до пълна неработоспособност на ММ, т.е. не може да се очаква от страна на ММ поведение, което да създаде опасност за производствения персонал. Неизправностите в **сервоблоковете** на ММ с ЦПУ в голяма част от случаите запазват работоспособността на системата ЦПУ като цяло, но предизвикват нарушаване на параметрите „равномерност на движение“ и „кинематична точност“, което се изразява в отклонение от формата, размерите и взаимното разположение на обработените повърхнини. Практиката показва, че при не малка част от случаите тези неизправности могат да се отстранят и в производствени условия.

Програмируемите контролери в състава на системите за ЦПУ по предназначение, структура, неизправности и диагностични особености напълно съвпадат с разгледаните ПК за самостоятелни приложения.

ИНСТРУМЕНТАЛНА СИСТЕМА

А. Конструктивни особености

Инструменталната система на ММ реално се състои от две подсистеми. Първата включва инструментите (режещи или други), чрез който се реализира технологичният процес. Втората подсистема, ако съществува в даден тип ММ, съвместно със системата за управление осигурява движенията, необходими за автоматизирано сменяване на инструментите по време на технологичния процес. По конструкция тя е много близка до кинематичната система, нейната степен на сложност варира в широки граници за различните ММ и параметрите, които характеризират нейната принципно не се различават от тези на кинематичната система.

Б. Диагностични особености

Диагностиката на самите инструменти обикновено се свежда до установяване на режещата им способност и методите за това са специфични и принципно различни от методите за диагностика на кинематичната система и системата за управление. Тук те няма да се разглеждат. Трябва само да се добави, че при подходящо конструирана система за управление може да се получава текуща и актуална информация за силите и моментите, с които се натоварват инструментите по време на технологичния процес и косвено да се диагностицира тяхното състояние. По отношения на втората подсистема – за автоматичното сменяване на инструментите, може да се каже, че за нейната диагностика могат да се използват изцяло методите за диагностика на кинематичната система.

3. Стандартизирани методи за изпитване

А. Кинематична система

Направеният преглед на Българските държавни стандарти от група Г89 „Машини металорежещи. Методи за изпитване. Маркировка. Опаковка” показва, че за ММ не са предвидени стандартизационни документи за извършване на тяхната техническа диагностика на различни стадии от експлоатацията им. Съществуващите в тази група документи се отнасят само за нови произведени ММ и могат да се групират в следните четири направления: геометрична точност, точност на отделните движения, точност на ММ, определена чрез произведено от нея изделие-образец, вибрации по време на работа с определени режими.

Стандартите за определяне на **точността** на движенията предвиждат методи за нейното определяне, от които не може да се получи точна представа за състоянието на кинематичната верига. Основната идея, залегнала в стандартите, е, че измерванията, които трябва да се извършват по време на движение, се заменят с поредица измервания в покой чрез използване на техническите средства, прилагани при диагностирането на геометричната система.

Работната точност на ММ може да се определи чрез изработване на **изделие образец**. Независимо от това, че се препоръчва да бъде със специфична форма и размери за проверката на точността за конкретните типове ММ, върху него действат едновременно много фактори, което затруднява поставянето на техническа диагноза с необходимата дълбочина. Измерването на параметрите на изделието-образец не представлява затруднение и може да се извърши точно и лесно с широко разпространени измервателни средства. В действащите в момента стандарти не се предвижда използване на изделие-образец за диагностика на параметрите на движенията или на кинематична точност на ММ.

Наличието или отсъствието на **вибрации** е основен критерий за динамичната устойчивост на ММ, а от там и за нейната работоспособност при определени условия. Вибрациите се измерват и анализират в честотния диапазон от 10 до 1000 Hz. Чрез нивото и честотата на вибрациите при различни режими се съди преди всичко за конструктивни особености и недостатъци на геометричната и на инструменталната (режещия инструмент) система.

Б. Система за управление

В действащите БДС не се предвиждат специални методи и средства за диагностика на системите за управление на ММ. За изправността на тези системи се съди само от функционалните изпитвания на съответната машина и нейните системи. Редът и начинът на провеждането на тези изпитвания по принцип позволяват да се установи изправността на съответната система за управление, но не позволяват проверяване работата на системата за управление в критични или непредвидени, но възможни съчетания от входни сигнали. Това се отнася в много голяма степен за машините с програмно управление, независимо от типа на конкретна система за управление.

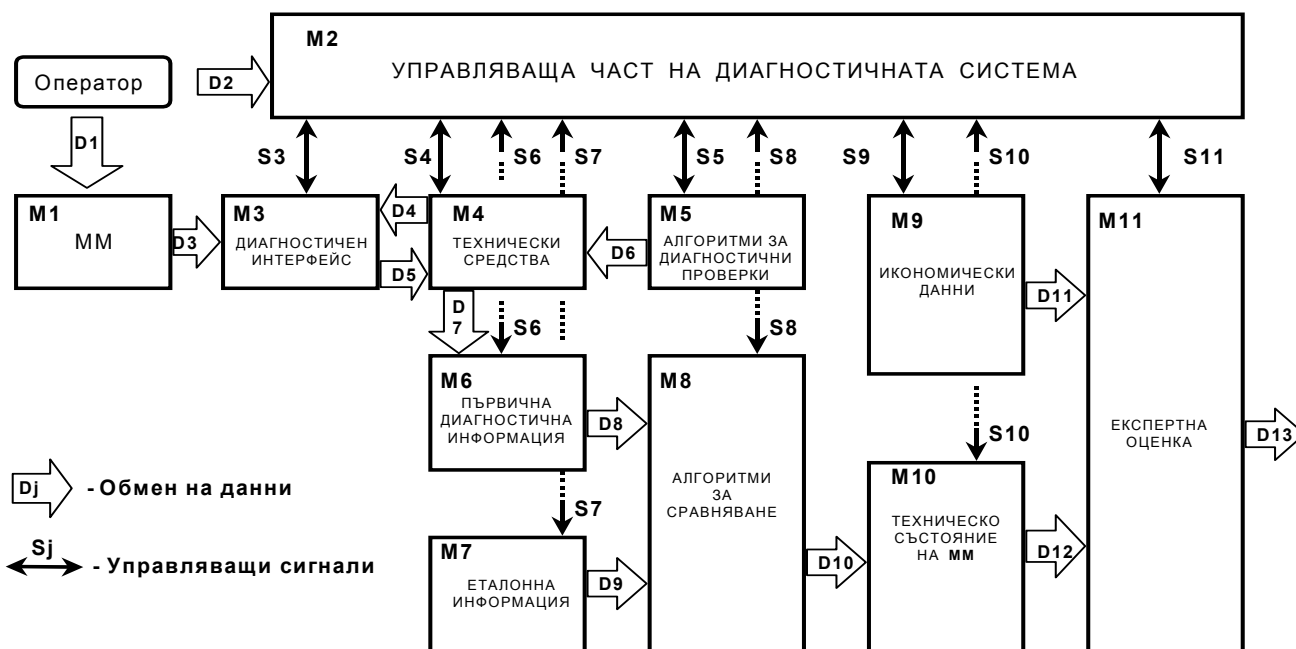
4. Подход за комплексна диагностика на производствена техника в машиностроенето

В ТУ-София е създаден метод за комплексна диагностика на ММ, който удовлетворява изискванията за диагностика на ММ от различен тип [6]. Методът е изяснен чрез фиг. 6 и е ориентиран към модулна структура на средствата за диагностика. Тези средства са от различен характер, като преобладаващите са човешки ресурси, апаратна и програмна част от сферата на компютърните и информационните технологии, методи за получаване, структуриране, обработване и съхраняване на информация. Модулите на структурата са означени с М1 - М11. Между модулите са реализирани два типа връзки. Връзките от първия тип **Dj** реализират обмена на информацията, получена в процеса на извършване на конкретна диагностична процедура или от вече съществуващи бази данни. Връзките от втория тип **Sj** реализират управлението на модулите на диагностичната система от модула М2. Функционалното предназначение на сигналите **Sj** е специфично за всеки модул. Информацията, която се обменя по тези връзки, може да се класифицира в три групи:

- задаване на режимите, в които трябва да работят отделните модули;
- задаване на стойностите на параметрите, с които трябва да функционира определен модул;
- числени данни, които при така показаната структура трябва да се получат от предхождащите в информационно отношение модули.

Показаната структура е изключително гъвкава и е работоспособна и при липса на някои от модулите стига да се разполага със съответна информация, която би се получила от тях. Това е удобно както по време на разработването на диагностичната система, защото отделните модули могат да се разработват едновременно и независимо един от друг от различни специалисти, така и по времето, когато системата трябва да се тества и актуализира. Показаната на фиг.6 структура трябва да се възприема като логическа, а не като физическа, т. е. без обвързване на отделните модули с конкретни конструктивни решения. Функциите на модулите са както следва:

Модул М1 представлява ММ, която е обектът на извършваната диагностика. ММ притежава информационен вход D1, чрез който човекът-оператор задава множество от режими на работа на диагностицираната ММ, специфични за извършваната проверка. На изхода D3 се получават параметри със стойности, зависещи от нейното конкретно техническо състояние.



Фиг. 6

Модул M2 е основната управляваща част на диагностичната система. Той изпълнява функциите на диспечер на процеса на диагностика и има информационен вход D2, чрез който човекът-оператор задава типа и особеностите на извършваната диагностична проверка. Общуването на човека с този модул става чрез интерфейс от високо ниво, удобен за използване.

Модул M3 е диагностичен интерфейс и обхваща техническите средства, предназначени за възприемане на величините, получени от диагностираната MM [5]. Той съдържа:

- средства за линейни и ъглови измервания, представящи своите показания чрез изходни електрически сигнали в импулсно-фазов вид и съгласуващи (адаптерни) механични устройства, чрез които тези преобразуватели се свързват към възлите (работните органи) на MM.
- средства за връзка със специфични точки от системата за управление, електрическият сигнал в които е от типа „включено-изключено“. Чрез тях се осигурява възможността за диагностиране на съвместната работа на системата за управление и механичната част на MM и системата за управление.
- средства за връзка със специфични точки от системата за управление, електрическият сигнал в които е аналогов и се изменя в определен интервал. Източниците на аналогови напрежения могат да бъдат измервателни преобразуватели за температура, налягане, сила, дебит, скорост и т.н., които са обвързани с общия цикъл на работа на технологичната система или задания за изпълнителни механизми с аналогово управление.

Модул M4 представлява съвкупност от специализирани програмни и апаратни технически средства, чрез които в диагностичната система се въвежда информацията от посочените по-горе източници и се създава първична база от данни, съдържаща диагностична информация за MM. Модулът M4 се конфигурира за конкретна диагностична процедура от модула M5 чрез информационна връзка D6.

Модул M5 представлява база от алгоритми за реализиране на методите за диагностика на кинематичната система и системата за управление на MM.

Модул M6 представлява база от данни, получена от първичната диагностична информация, която е преработена по формални правила, с цел да има вид, удобен за използване от модула M8 (например определени са средните стойности, зоните на разсейване и др.).

Модул M7 представлява база от номинални стойности, гранични отклонения, толеранси и др., характерни за извършваната диагностична проверка на конкретния тип технически изправна MM.

Модул M8 представлява база от алгоритми за сравняване на получената диагностична информация от модула M6 с намиращата се в модула M7 база от номинални стойности..

Модул M9 представлява база данни от икономически и организационен характер, която съдържа разнообразна информация, като: дата на закупуване, характер на режимите на експлоатация, извършени до момента ремонти и сменени елементи по време на ремонтите, себестойност на различни типове ремонтни дейности, налични резервни части и техните цени и др. Тази база от данни е специфична за всяко предприятие и трябва да се създава от неговите специалисти.

Модул M10 и **Модул M11** са предназначени за изработване на експертната оценка за състоянието на MM.

5. Техническо детайлизиране на конструкцията на система, реализираща метода за комплексна диагностика на MM

Анализът от технически характер на структурата от фиг. 6 показва, че диагностичната система трябва да извършва две основни групи дейности:

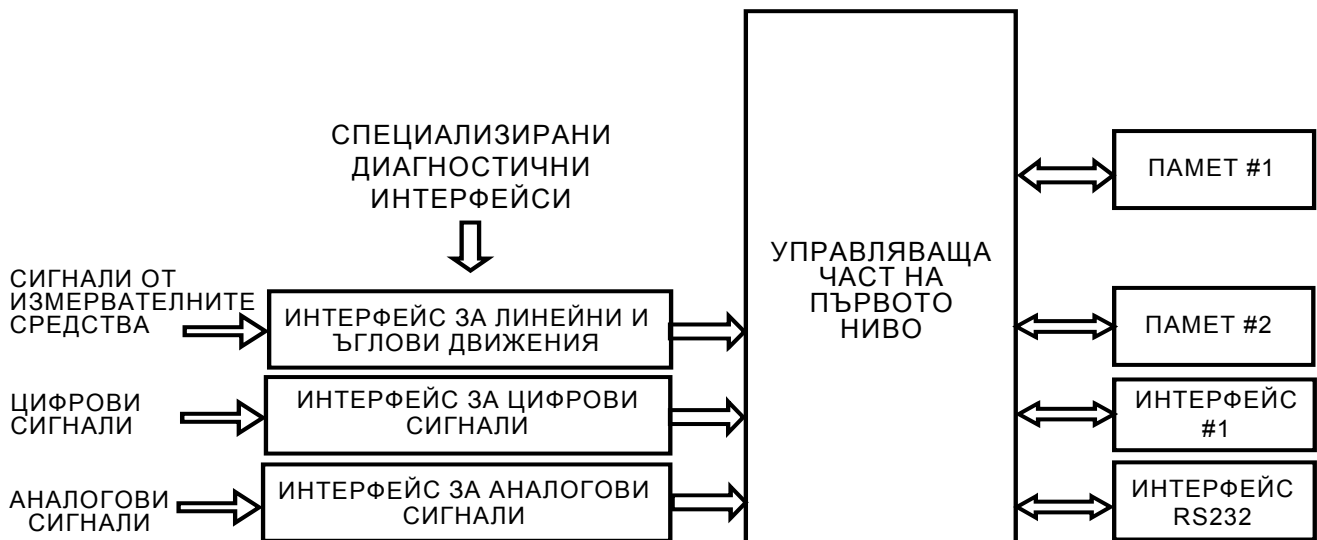
- управление на техническите средства за получаването на първичната диагностична информация;
- управление на действията, свързани с преработването на първичната диагностична информация в съответствие с конкретни алгоритми за получаване на заключение за състоянието на MM.

По същество това са различни дейности, които изискват и различни подходи за тяхното реализиране.

По отношение на дейностите от първата група, техническите средства за получаването на първичната диагностична

информация изискват специфично управление, свързано с тяхното конфигуриране за конкретна диагностична процедура, задаване и реализиране на интервали от време, броене на събития, записване в паметта в точно определени моменти и др. Освен това се изисква реагирането на сигнал от

диагностираната система да стане докато той е актуален и непроменен. Информацията, намираща се в този блок не изисква сложни изчислителни процедури за нейното преработване.

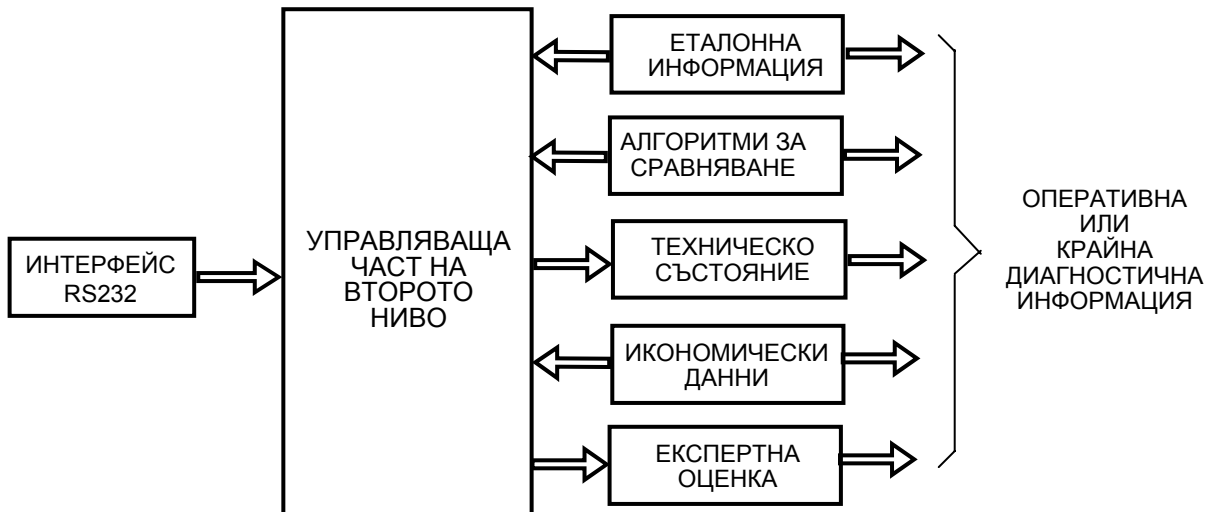


Фиг. 7

По отношение на дейностите от втората група, необходими за преработването на първичната диагностична информация и получаване на заключение за състоянието на ММ, има коренно противоположни изисквания. Така например няма ограничение след колко време от получаването на първичната информация трябва да се получи заключение за състоянието на ММ. Това време може да бъде минути, часове или денонощия след нейното получаване. Няма също така ограничение за типа и сложността на алгоритмите за преработване на първичната информация и времето за тяхното изпълнение. При анализа на тези дейности се оказва, че е от особена важност възможността за една и съща първична диагностична информация да се използват различни алгоритми за нейното обработване, възможността за използване на диагностичната система от човек, специалист по диагностика на конкретна система на ММ или в друга област (метролог, конструктор, диагностик), възможността за прегледното на представянето на резултатите, тяхното визуализиране като числени стойности, графики или по друг начин, с цел създаване на условия за тяхното ясно и еднозначно тълкуване и по-нататъшно използване. След изясняването на тези особености се оказва рационално решението за физическото разделяне на управляващата част на диагностичната система на две отделни

управляващи части и прегрупиране на структурата от фиг. 6. За нормалното функциониране на диагностичната система като цяло е необходимо между тези две части да има тясно взаимодействие.

В резултат на прегрупирането унифицираният модул и неговата управляваща част се прие да образуват така нареченото тук „първо ниво” на диагностичната система. По отношение на структурата от фиг. 6 в него се включват модулите М3 – Диагностичен интерфейс, М4 – „Технически средства”, М5 - алгоритмите в съответствие методите за диагностика на кинематичната система и системата за управление на ММ и средствата за тяхното реализиране и М6 – “Първична диагностична информация” с всички необходими средства за цялостното им управление. По отношение на връзката между двете нива на диагностичната система е прието тя да се осъществява двупосочно чрез стандартния серийен интерфейс RS232, който съществува задължително във всички персонални компютри, независимо от техни конкретни технически характеристики. Това означава, че такъв интерфейс трябва да се вгради и в първото ниво. В съответствие с това, окончателната структура на първото ниво на диагностичната система е показана на фиг. 7, а на второто ниво – на фиг. 8.



Фиг. 8

Интерфейс #1 е специализиран и е вътрешносистемен за първото ниво. Предназначен е за настройване на диагностичната система за конкретна диагностична задача. Управляващата част на това ниво трябва да осигури всички действия, необходими за приемането и преработването на първичната диагностична информация, получена от първото ниво, с цел установяване състоянието на диагностираната ММ. Тя се обединява конструктивно и логически с модулите М7 – „Еталонна информация” и М8 – „Алгоритми за сравнение”, като образува така нареченото „Второ ниво” на диагностичната система. В зависимост от конкретни условия и особености, модулите М9 – „Икономически данни” и М10 – „Експертна оценка” могат да бъдат включени във второто ниво на диагностичната система или да бъдат извън него, ако техните функции са реализирани с други средства, в това число и изцяло от хора – специалисти в съответната област. В съответствие с това, окончателната структура на второто ниво на диагностичната система е показана на фиг. 8.

6. Заключение

1. На базата на системен подход към производствената техника са определени обектите на диагностика с най-голямо влияние върху експлоатационните показатели работна точност, производителността, степента на автоматизация и надеждността. За тези обекти е разгледан видът на диагностичната информация от тях, особеностите на нейното съдържание и получаване.
2. Диагностика, извършвана според стандартизационните документи чрез изделие-образец, е със силно ограничена приложимост за кинематичната система на ММ, тъй като това изделие се явява затварящо звено в технологичната система на изпитваната ММ и върху него действат едновременно много фактори, което затруднява поставянето на техническа диагноза с необходимата дълбочина.
3. В специално създадените средства за диагностика на кинематичната система и системата за управление на ММ е целесъобразно да се използват елементи, възли и конструктивни решения, заимствани от компютърната техника.
4. Създаден е метод за комплексна диагностика на ММ и структура за неговата реализация, които позволяват извършване на диагностика на кинематичната система и системата за управление на различни типове ММ, като в структурата са дефинирани функциите на отделните звена и информационните връзки между тях по отношение съдържание на информацията и посоката на нейното пренасяне в процеса на диагностика.

5. Извършено е техническо детайлизиране на конструкцията на системата за диагностика на ММ, което позволява при обработването на една и съща първична диагностична информация с подходящо програмно осигуряване, диагностиката на ММ да се реализира в различни аспекти.

Литература

1. Антонов, И. и др. Система за поддържане на машините и съоръженията в изправност, С.,СБИТ при ФНТС, 1991.
2. Караколов, Л. Металорежещи машини и автоматизирани системи с програмно управление. С. ДИ Техника, 1989.
3. Попов, Г. Металорежещи машини. ТУ-София, 2002.
4. Попов Г. Поддържане, ремонт и модернизация на металорежещи машини. ТУ-София, 2003.
5. Sensor Technology Handbook. Edited by Jon Wilson. Newnes, London 2005.
6. Гешев, Т. Метод и средства за комплексна диагностика на металорежещи машини. Дисертация за присъждане на образователната и научна степен „Доктор”. София, 2000.