

ГЛАВА 1

РОБОТИЗИРАНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ МОДУЛИ

1.1. Общи положения.

Роботизираният технологичен модул получава палети със заготовки от автоматизирания склад посредством транспортен робот (робокар). Палетата със заготовки се установява върху подпалетната станция. Един от основните елементи на РТМ е промишленият робот (ПР). Той взема заготовка от палетата и я поставя в работната машина. След завършването на обработката детайлът се сменя и се поставя в друга палета, която е предназначена за обработени детайли. Възможно е палетата за заготовки да се използва и за обработените детайли. Хващачът на ПР представлява устройство с голяма сложност. Той може не само да хваща заготовки и детайли, но и да извършва частичен контрол на точността на обработката. В зависимост от постъпилите заготовки за обработване се избира необходимата управляваща програма за машината с ЦПУ. Когато подпалетната станция е снабдена с подходящи сензори, е възможно автоматично разпознаване на заготовките и автоматично извикване на управляващата програма.

Машината с ЦПУ е в повечето случаи с компютърно управление (CNC). Това управление позволява да се поеме управлението и на останалите единици (промишлен робот, подпалетна станция), включени в роботизирания технологичен модул. Сигналообменът между машината, ПР и подпалетната станция е означен с "бели" стрелки. Взаимодействието на ПР с работната машина и подпалетната станция е показано с прекъснати стрелки. С помощта на монитора могат да се въвеждат съответни управляващи програми, да се извика дадена програма и да се осъществява взаимодействие с робокарите и автоматизирания склад. Характерно за РТМ е, че има относителна самостоятелност на работата. Това е възможно поради взаимодействието с автоматизирания склад. По такъв начин всеки РТМ работи независимо. Тази независимост позволява да се въвеждат лесно нови РТМ, без да се нарушава режимът на работа на предприятието. Роботизираният технологичен модул могат да работят като отделни самостоятелни единици в рамките на роботизиран участък или в състава на гъвкави автоматизирани производствени системи (ГАПС). За да се повиши коефициентът на използване на РТМ, те се експлоатират денонощно, обикновено на три смени. През нощната смяна производственият процес се извършва в т.н. безлюден режим. Това се постига по следния начин: през време на дневната смяна обслужващият персонал изпълнява необходимите дейности, като планира производствените задания и подготвя управляващите програми. През нощната смяна производството се управлява от малък брой оператори (от 1 до 5 души). Това са дежурни диспечери на центъра за управление. За да не възникнат неблагоприятни последици в резултат на аварийни ситуации, всеки обработващ модул е снабден със система от датчици, която позволява да се разпознава аварийна ситуация, като посредством монитора се преустановява по-нататъшната работа на съответния РТМ. Освен това диспечерът може да извършва визуален контрол за работа на всеки РТМ с помощта на мрежа от телевизионни камери и

специални монитори. Отстраняването на аварията на РТМ, настъпили през нощната смяна, се извършва от обслужващия персонал от дневната смяна.

Хващач на ПР - крайният изпълнителен елемент на ръката на ПР, изпълняващ операции по хващане, задържане и освобождаване на детайла, а също така и вторично ориентиране на обектите.

Палета - магазин-събирател, който служи за съхранение на заготовки или обработени детайли в ориентирано положение и се използва при работа на промишлен робот.

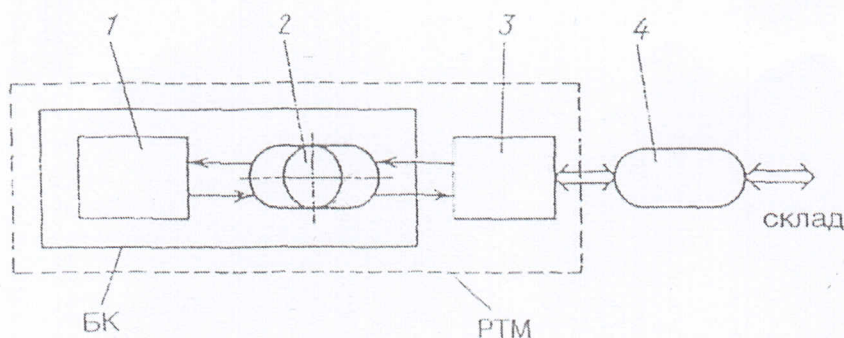
Подпалетна станция - автоматизиращо устройство, което служи за приемане на палети със заготовки, тяхното преместване в зоната на захранване на работната единица и извеждане на палети с обработени детайли от зоната на захранване.

Под *роботизиран технологичен модул (РТМ)* се разбира съвкупност от технологична единица, промишлен робот и подпалетна станция, обединени с общо автоматично управление.

Гъвкавата роботизирана клетка представлява съвкупност от две до три технологични единици, промишлен робот и подпалетна станция, обединени с общо автоматично управление.

Роботизираните технологични модули и гъвкавите производствени клетки могат да работят самостоятелно или в състава на по-сложни автоматизирани комплекси като автоматични пренастройваеми линии и гъвкави автоматизирани производствени системи.

Под *роботизирана система* се разбира съвкупност от технологични единици, промишлени роботи и транспортни средства, обединени с общо автоматично управление. Роботизираните системи могат да бъдат както АЛ, така и ГАПС.



Фиг.1.1. Схема на РТМ

БК-базов комплект; 1 - технологична единица; 2 - ПР;
3 - подпалетна станция; 4 - автоматизиран склад;

Като основа на принципната структура на РТМ може да се приеме един базов комплект, който включва технологична единица (машина с ЦПУ) и устройство за автоматично захранване и разтоварване (ПР), подпалетна станция, а връзката на модула с автоматизиран склад се реализира от различни транспортни устройства (фиг.1.1).

1.2. Видове РТМ. Класификация.

Класификациите на РТМ се съставят в зависимост от различни признаци.

Структурата на РТМ, входните и изходните потоци са в зависимост от асортимента детайли, подлежащи на качествена обработка с минимални разходи, също така и от мястото което заема РТМ в общия процес на производство, т. е. дали РТМ ще работи като самостоятелна технологична единица или като градивен елемент на по-голяма автоматизирана система: ГАПС, РТЛ или друг автоматичен комплекс [24,26,71].

След направения анализ на литературните източници и на базата на опита на авторите е разработена нова класификация на РТМ с цел улесняване работата при изграждане на типови структури. С помощта на класификацията могат да се формират различни типови решения за приложението на ПР при формирането на компоновъчни решения на РТМ за различни технологични процеси и операции.

На фиг.1.2. е представена разработената класификация на типови решения на РТМ на базата на шест класификационни признаци:

- брой на технологичните единици (ТЕ);
- брой на промишлените работи (П);
- брой на механичните ръце (хващачи);
- вид на захранващия магазин - събирател (ЗМ-С);
- вид на отвеждащия магазин - събирател (ОМ-С);
- вид на разположението на структурните единици;
- вид на технологичните единици и изпълняваните операции;



Фиг.1.2. Класификация на типови ефективни решения на РТМ

1.3. Типови структури на роботизирани технологични модули

Съществува голямо разнообразие на технически решения на РТМ и роботизирани системи. Възможните им решения зависят от изискванията за производителност, степен на гъвкавост, качество, ефективност, степен на концентрация на операциите, дизайн и др.

Независимо от голямото разнообразие на обекти за автоматизация и съпътстващите ги технологични процеси е възможно да се определи степен да се извърши типизация на решенията за приложение на промишлени работи. Съществува определена общност на решенията, която не е за пренебрегване. Възможно е с едни и същи методи и средства да се автоматизират различни дискретни производствени процеси. Това води до рационализиране и оптимизиране на решенията. Разбира се, не е възможно след избора на подходящо типово решение да не се отчете спецификата на самия технологичен процес.

Обектите за автоматизация се характеризират с техните характеристики, в т.ч. форма, размери, маса, материал, свойства.

Могат да се разграничат следните основни фактори, влияещи върху формирането на типовите решения за приложение на промишлени работи: брой на обслужваните технологични единици - една, две, три, повече от три; брой на механичните ръце (хващачите) - една, две, три, четири; вид на изпълняваните технологични операции - едни и същи, различни (по хода на технологичния процес, без връзка); вид на захранващия магазин-събирател - вземане от една и съща точка, вземане от различни точки (специализирана палета); вид на отвеждащия магазин-събирател - оставяне в една и съща точка, оставяне в различни точки (специализирана палета); взаимно разположение на структурните единици - линейно (едностранно, двустранно), кръгово.

Факторите от които зависи изборът на конкретно решение за РТМ са: форма, размери, маса и материал на детайлите, вид на технологичния процес и изпълняваната операция, вид на технологичната единица и работната ѝ зона, годишна производствена програма, асортимент на детайлите и изделията, честота на пренастройване, степен на автоматизация и т.н.

При формиране на структурата на РТМ трябва да се обръща внимание на техническите характеристики на компонентите, които го изграждат и на обработваните обекти. Голямото многообразие на детайлите до известна степен затруднява автоматизираната им обработка. При проектирането на РТМ трябва да се направи задълбочен анализ на детайлите и да се определи пригодността им за автоматизирано ориентиране и обработване. Те обикновено се групират в класове по определени признаци, като: форма - проста или сложна конфигурация; наличие на оси и равнини на симетрия; параметри от геометричен характер, влияещи върху възможностите им за ориентиране (ротационни, призматични, пластини); габаритни размери (големи, средни, малки и миниатюрни); маса - тежки, леки, свръхлеки; свойства при контакт (сцепляеми, несцепляеми); качество на повърхнините; параметри от физически характер (разположение на центъра на тежестта, асиметрия, топлопроводимост и др.).

Анализирането на гореспоменатите особености на детайлите позволява да се определи работното пространство и да се изберат съответни структурни единици за РТМ по вид на работната зона, товароносимост и тип на хващача на ПР, вид на магазиниращите устройства и т.н. Геометричните характеристики на ПР трябва да осигуряват такава работна зона, в която да е възможно разполагането на ТЕ и подпалетната станция.

При гъвкавото автоматизирано производство ТЕ задължително е с цифрово програмно управление. Обикновено различieto в структурите е предизвикано от вида на подпалетната станция. Структурните компоненти могат да се различават по вид, типоразмер и модел.

Типови структурни решения на РТМ могат да се изградят, като се използват следните основни вариационни признаци:

- брой на технологичните единици (ТЕ);
- брой на промишлените роботи (ПР);
- брой на механичните ръце (хващачи);
- вид на хранящия магазин - събирател (ЗМ-С);
- вид на отвеждащия магазин - събирател (ОМ-С);
- вид на разположението на структурните единици;
- вид на технологичните единици и изпълняваните операции;
- Като допълнителни признаци се използват:
- клас на автоматизиращото устройство;
- взаимно разположение на компонентите;
- възможност за връзка с други подобни РТМ;

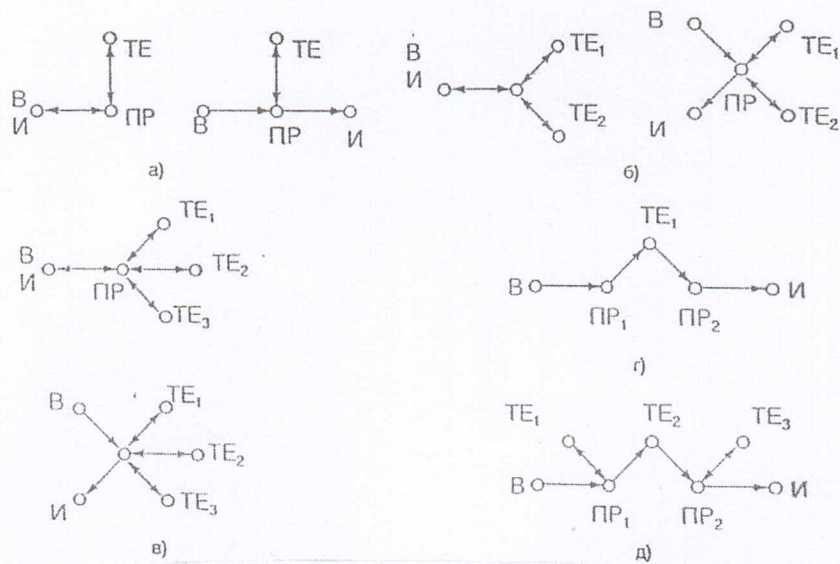
На фиг.1.3. са представени различни структурни решения на РТМ, като върховете на графите отразяват ТЕ и ПР, ребрата – преминаването на обектите за обработване от един тип (**Ж**), **В** и **И** са съответно входа и изхода на РТМ.

При обслужване на една технологична единица ПР престояват в очакване края на технологичната операция и имат по-голям коефициент на натоварване, когато обслужват повече от една ТЕ. РТМ могат да се обединят и в по-големи системи като се комбинират схемите от фиг.1.3. При комбинирането на отделни признаци, основни и допълнителни, има възможност да се създадат голям брой типови решения за компоноване на РТМ и роботизирани системи. В табл.1.1 са дадени част от принципните решения.

Структурно РТМ трябва да се изгражда във вид на относително самостоятелна система, която да има възможност за неограничено нарастване.

В табл.1.2. са показани структурните компоненти и начина им на съчетаване при формиране на типовите решения за приложение на промишлени роботи. При пълното комбиниране могат да се получат 256 типови решения за приложение на промишлени роботи. При обслужване на една технологична единица има 8 характерни типови решения. При обслужване на две технологични единици има 48 характерни случая, но от гледна точка на анализа интерес представляват 16 от тях. В настоящата разработка разглежданията ще се ограничат до тях.

В зависимост от вида, формата и размерите на детайлите, могат да се формират различни разновидности за случаите когато детайлите се вземат от една и съща точка и се оставят в друга точка, като се използват един или два хващача.



Фиг. 1.3. Граф - схеми на РТМ

а) $TE = PR = J = 1$ б) $TE = 2, PR = J = 1$ в) $TE = 3, PR = J = 1$ г) $TE = J = 1, PR = 2$ д) $TE = 3, PR = 2, J = 1$

Таблица 1.1. Формиране на типови решения за приложение на ПР

| Стр. комп. | Брой на обл. ТЕ | | | | Брой на хващачите | | | | Вид на ЗМС | | Вид на ОМС | | Взаимно разположение | | |
|------------|-----------------|---|---|-----|-------------------|---|---|---|------------|--------------|------------|--------------|----------------------|--------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | > 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1т | многоч точки | 1т | многоч точки | лин. едн. | лин. двустр. | кръгово |
| 1 | • | | | | • | | | | • | | • | | | | |
| 2 | • | | | | | • | | | • | | • | | | | |
| 3 | • | | | | • | | | | | • | • | | | | |
| 4 | • | | | | | • | | | | • | • | | | | |
| 5 | • | | | | • | | | | • | | | • | | | |
| 6 | • | | | | | • | | | • | | | • | | | |
| 7 | • | | | | • | | | | | • | | • | | | |
| 8 | • | | | | | • | | | | • | | • | | | |
| 9 | | • | | | • | | | | • | | • | | • | | |
| 10 | | • | | | | • | | | • | | • | | • | | |
| 11 | | • | | | • | | | | | • | • | | • | | |
| 12 | | • | | | | • | | | | • | • | | • | | |
| 13 | | • | | | • | | | | • | | | • | • | | |
| 14 | | • | | | | • | | | • | | | • | • | | |
| 15 | | • | | | • | | | | • | | • | | | • | |
| 16 | | • | | | | • | | | • | | • | | | • | |
| 17 | | • | | | • | | | | | • | • | | | • | |
| 18 | | • | | | | • | | | | • | • | | | • | |
| 19 | | • | | | • | | | | • | | | • | | • | |
| 20 | | • | | | | • | | | • | | | • | | • | |
| 21 | | • | | | • | | | | | | | | | | • |
| 22 | | • | | | | • | | | | | | | | | • |
| 23 | | • | | | • | | | | | | | | | | • |
| 24 | | • | | | | • | | | | | | | | | • |
| 25 | | • | | | • | | | | | | | | | | • |
| 26 | | • | | | | • | | | | | | | | | • |

таблица 1.2. Типови структурни схеми на РТМ

| № | Признаци | Схема |
|----|--|-------|
| 1 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ЗМ-С ОМ-С | |
| 2 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ЗМ-С ТУ | |
| 3 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ЗМ-С СП | |
| 4 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ТУ ОМ-С | |
| 5 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ТУ СП | |
| 6 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 СП ОМ-С | |
| 7 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 СП ТУ | |
| 8 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 СП СП | |
| 9 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 1 ТУ ТУ | |
| 10 | ТЕ = 1 ПР = 1 МР = 2 ЗМ-С ОМ-С | |

| | | |
|----|---|--|
| 11 | ТЕ = 2 ПР = 1 МР = 1 ЗМ-С ОМ-С Паралелно захранване | |
| 12 | ТЕ = 2 ПР = 1 МР = 1 ЗМ-С ОМ-С Кръгово захранване | |
| 13 | ТЕ = 3 ПР = 2 МР = 1 СП СП Линейно захранване | |
| 14 | ТЕ = 3 ПР = 1 МР = 2 СП СП | |

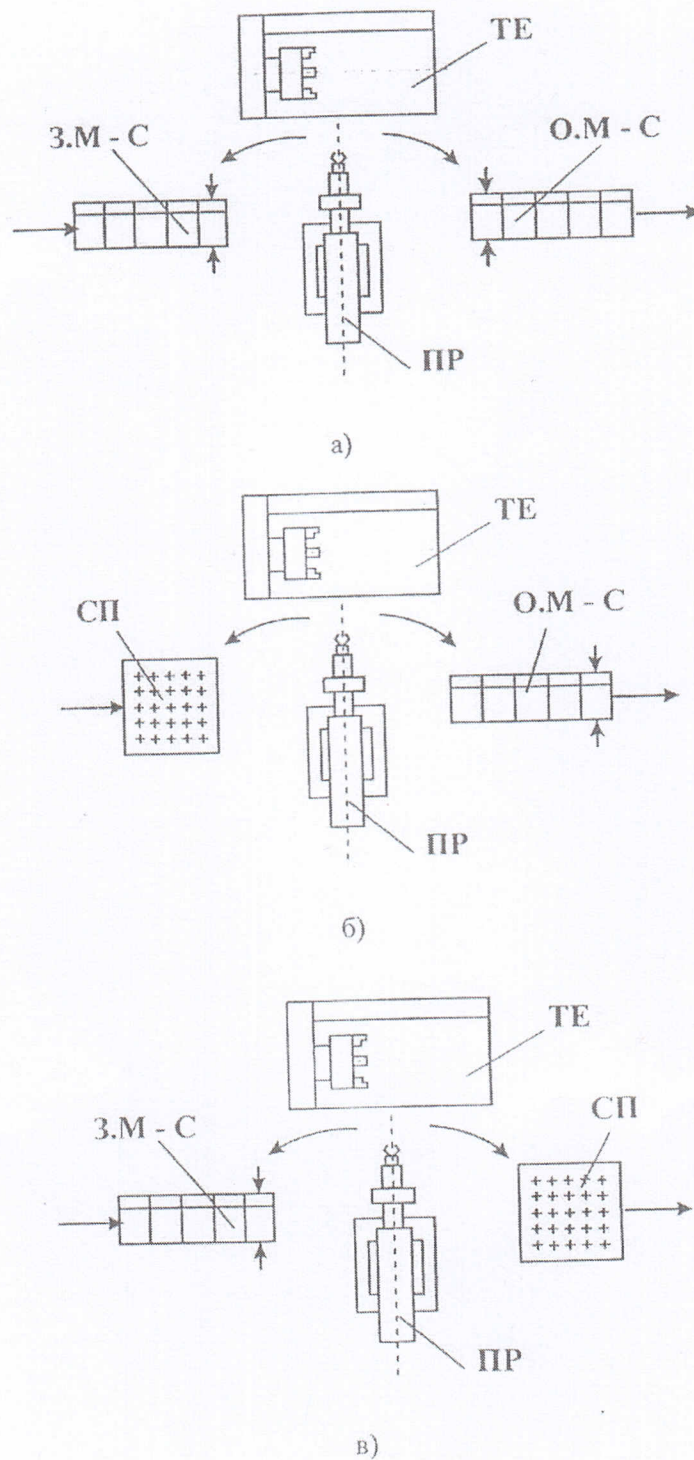
Легенда: ТЕ - технологична единица; ПР - промишлен робот; МР - механична ръка (хващач); ЗМ-С - захранващ магазин събирател; ОМ-С - отвеждащ магазин събирател; ТУ - тактово устройство; СП - специална палета.

На фиг.1.3. а) е показана структурно-компоновъчна схема на РТМ, изграден от една ТЕ, един ПР с един хващач, ЗМ – С, ОМ - С, като вземането на заготовка се извършва от една точка и оставянето на обработен детайл става в една точка.

На фиг.1.3. б) е изобразено решение на РТМ от ТЕ, ПР, ЗМ - С (вземане от една точка) и специализирана палета за оставяне в различни точки.

На фиг.1.3. в) е дадено типово решение на РТМ, състоящ се от ТЕ, еднорък ПР, специализирана палета за заготовки (вземане от различни точки и ОМ - С (оставяне в една точка).

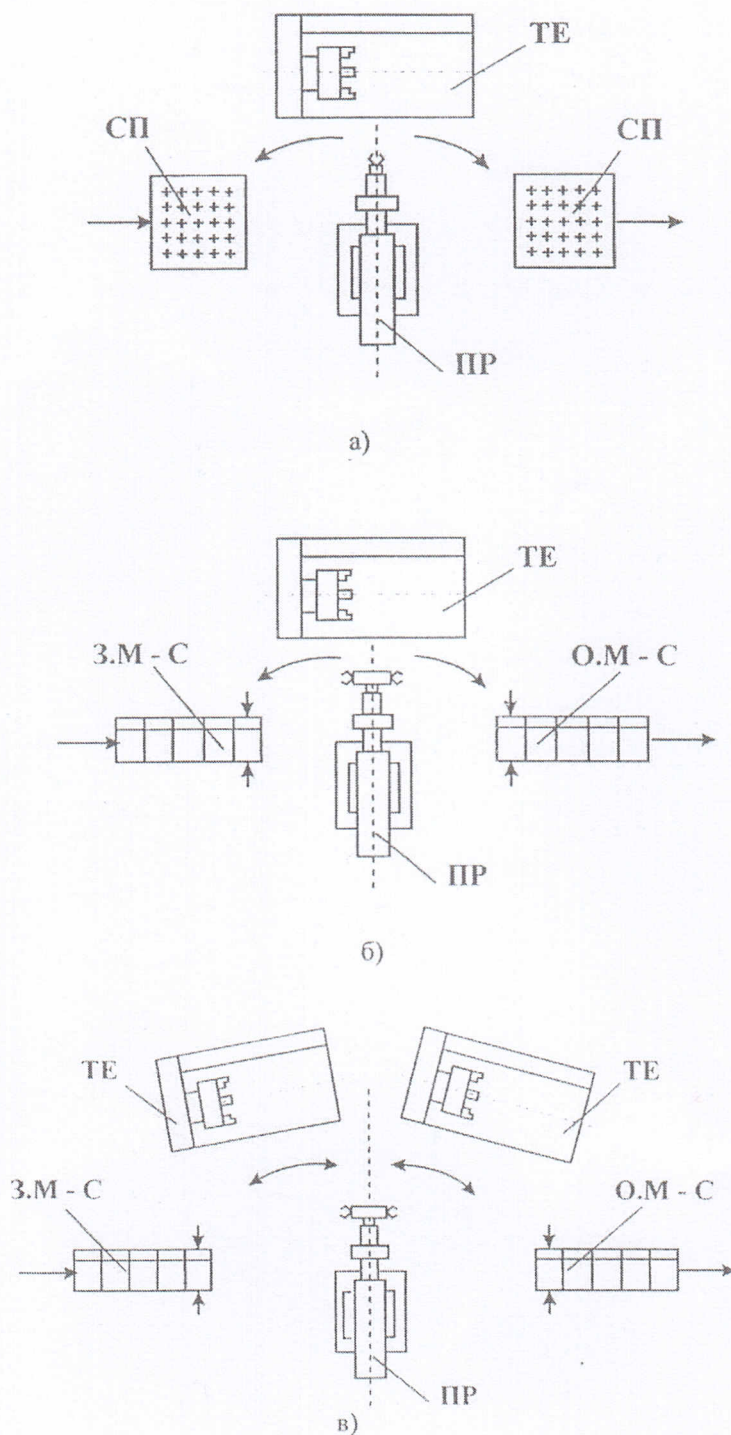
На фиг.1.4. а) е представен РТМ, изграден от една ТЕ, ПР и две специализирани палети за многоточково вземане и оставяне на детайли.



Фиг.1.3. Структурно-компоновъчни схеми на РТМ за средни детайли

а) компоновка от ТЕ, робот с един хващач и М-С; б) компоновка от ТЕ, робот с един хващач, специализирана палета и отвеждащ М-С; в) компоновка от ТЕ, робот със един хващач, специализирана палета и захранващ М-С

Аналогични типови решения могат да бъдат изградени като се използва ПР с две ръце или два хващача - фиг. 1.4. б), а също и при две технологични единици - фиг. 1.4. в).



Фиг.1.4. Структурно-компоновъчни схеми на РТМ за средни детайли
 а) компоновка от ТЕ, робот с един хващач и специализирана палета; б) компоновка от ТЕ, робот с един хващач, захранващ и отвеждащ М-С; в) компоновка от ТЕ, робот със сдвоен хващач, захранващ и отвеждащ М-С

На фиг.1.5. са показани графично някои от по-характерните типови решения за приложение на промишлени роботи при храняване на технологични единици с малки детайли.

При обслужване на една технологична единица от промишлен робот с един хващач спомагателното неприпокрито време $t_{сп.н.}$ се определя по следната зависимост:

$$t_{\text{сп.н.}} = 4 t_1 + 4 t_2 + 2 t_3 + t_5 \quad (1.1)$$

където: t_1 е времето за хващане (освобождаване); t_2 - времето за внасяне (изнасяне) на механичната ръка в (от) работната зона на технологичното единица; t_3 - времето за преместване на ръката на промишления робот от изходно положение до отвеждащия магазин-събирател (от захранващия магазин-събирател до изходното положение); t_5 - времето за преместване на ръката на ПР от отвеждащия магазин-събирател до захранващия магазин-събирател.

При обслужването на една технологична единица от ПР с два хващача спомагателното неприпокрито време се определя по следната зависимост:

$$t_{\text{сп.н.}} = 2 t_1 + 4 t_2 + t_6 \quad (1.2)$$

където: t_6 е времето за завъртане на китката по посока на (обратна на) часовниковата стрелка;

Установено е, че $t_1 \approx t_6$. Тогава:

$$t_{\text{сп.н.}} = 3 t_1 + 4 t_2 \quad (1.3)$$

В резултат на проведени експериментални изследвания с различни модели ПР беше установено, че отделните компоненти на времената имат следните стойности:

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,2_{\text{ч}}1 \text{ [s]}; \\ t_2 &= 0,5_{\text{ч}}2 \text{ [s]}; \\ t_3 &= 0,5_{\text{ч}}3 \text{ [s]}; \\ t_4 = t_5 &= 0,5_{\text{ч}}3 \text{ [s]}; \\ t_6 &= 0,2_{\text{ч}}1 \text{ [s]}; \end{aligned} \quad (1.4)$$

Замествайки минималните и максималните стойности на t_i , $i = 1$ ч 6 , в изразите (2.37) и (2.39) се получават минималните и максималните стойности за спомагателното неприпокрито време при използването на промишлени роботи с един хващач и с два хващача, т.е.

- за промишлен робот с един хващач

$$t_{\text{сп.н. min}} = 4,3 \text{ [s]};$$

$$t_{\text{сп.н. max}} = 21 \text{ [s]};$$

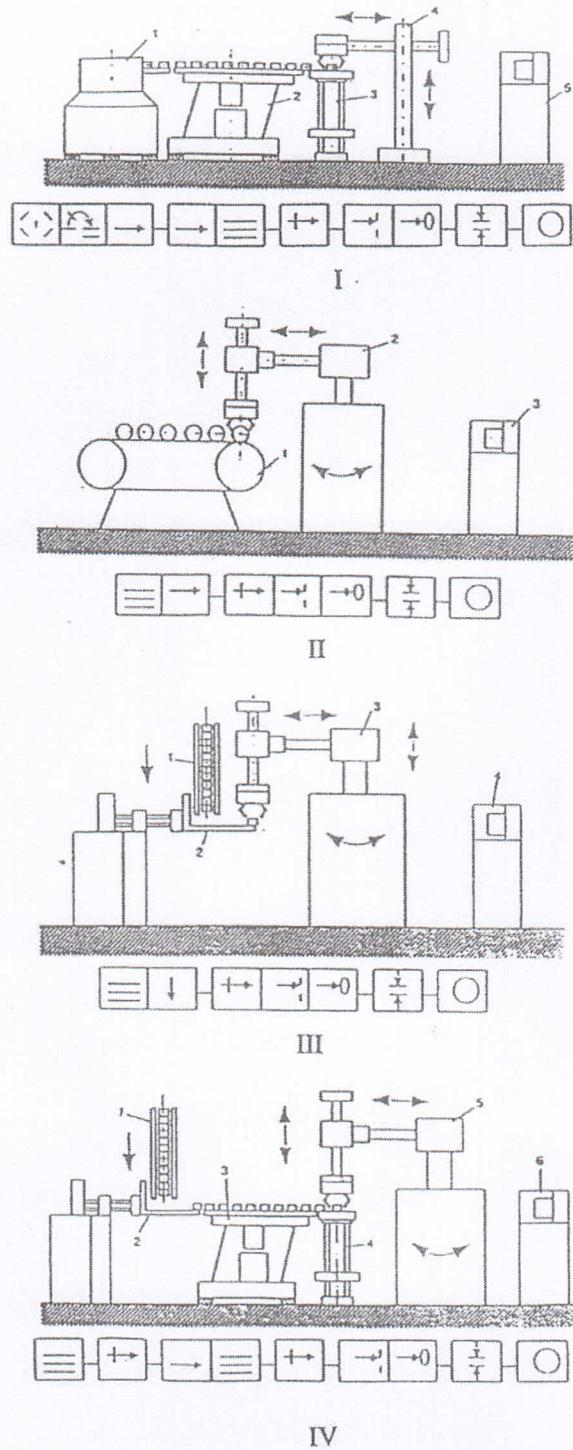
- ◆ за промишлен робот с два хващача

$$t_{\text{сп.н. min}} = 2,6 \text{ [s]};$$

$$t_{\text{сп.н. max}} = 11 \text{ [s]};$$

От получените резултати се вижда, че е за предпочитане да се използва промишлен робот с два хващача поради по-малкото спомагателно неприпокрито време $t_{\text{сп.н.}}$, което е с 52 % до 60% по малко в сравнение със случаите с един хващач. Това време оказва съществено влияние върху цикловата производителност $Q_{\text{ц}}$, т.е.:

$$Q_{\text{ц}} = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} = \frac{3600}{t_{\text{м}} + t_{\text{сп.н.}}} \text{ бр./час}; \quad (1.5)$$



Фиг.1.5. Типови решения за приложение на ПР за хранване на малки детайли
 I: 1 – Вибрационно бункерно хранващо устройство (ВБЗУ); 2 – Вибрационен лентов хранващ транспортър (ВЛТ); 3 – отсекател; 4 – ПР; 5 – ТЕ
 II: 1 – магазин-събирател (М-С); 2 – ПР; 3 – ТЕ
 III: 1 – М-С; 2 – Осекател; 3 – ПР; 4 – ТЕ
 IV: 1 – М-С; 2 – Отсекател; 3 – ВЛТ; 4 – Отсекател; 5 – ПР; 6 – ТЕ

При автоматизирането на съществуващи технологични единици се въздейства чрез средствата за автоматизация върху $t_{сп.н.}$, като стремежът е това време да бъде възможно най-малко.

При проектирането на нови автоматизирани комплекси стремежът е да бъдат намалени до приемлив минимум както спомагателното неприпокрито време $t_{\text{сп.н.}}$, така и машинното време $t_{\text{м}}$, което зависи от възможностите на работната машина и от прогресивността на използваните технологии и обработващи инструменти.

За спомагателното припокрито време $t_{\text{сп.пр.}}$ е в сила изискването то да бъде по-малко от машинното време $t_{\text{м}}$, т.е.

$$t_{\text{сп.пр.}} \leq t_{\text{м}} \quad (1.6)$$

В противен случай технологичната единица ще престоива по вина на автоматизиращите устройства.

Бяха илюстрирани само част от типовите решения за приложение на ПР. Освен посочените решения съществува голямо разнообразие на възможности за формиране на различни типови решения на РТМ, което позволява да се решават разнообразни технологични и конструктивни задачи.

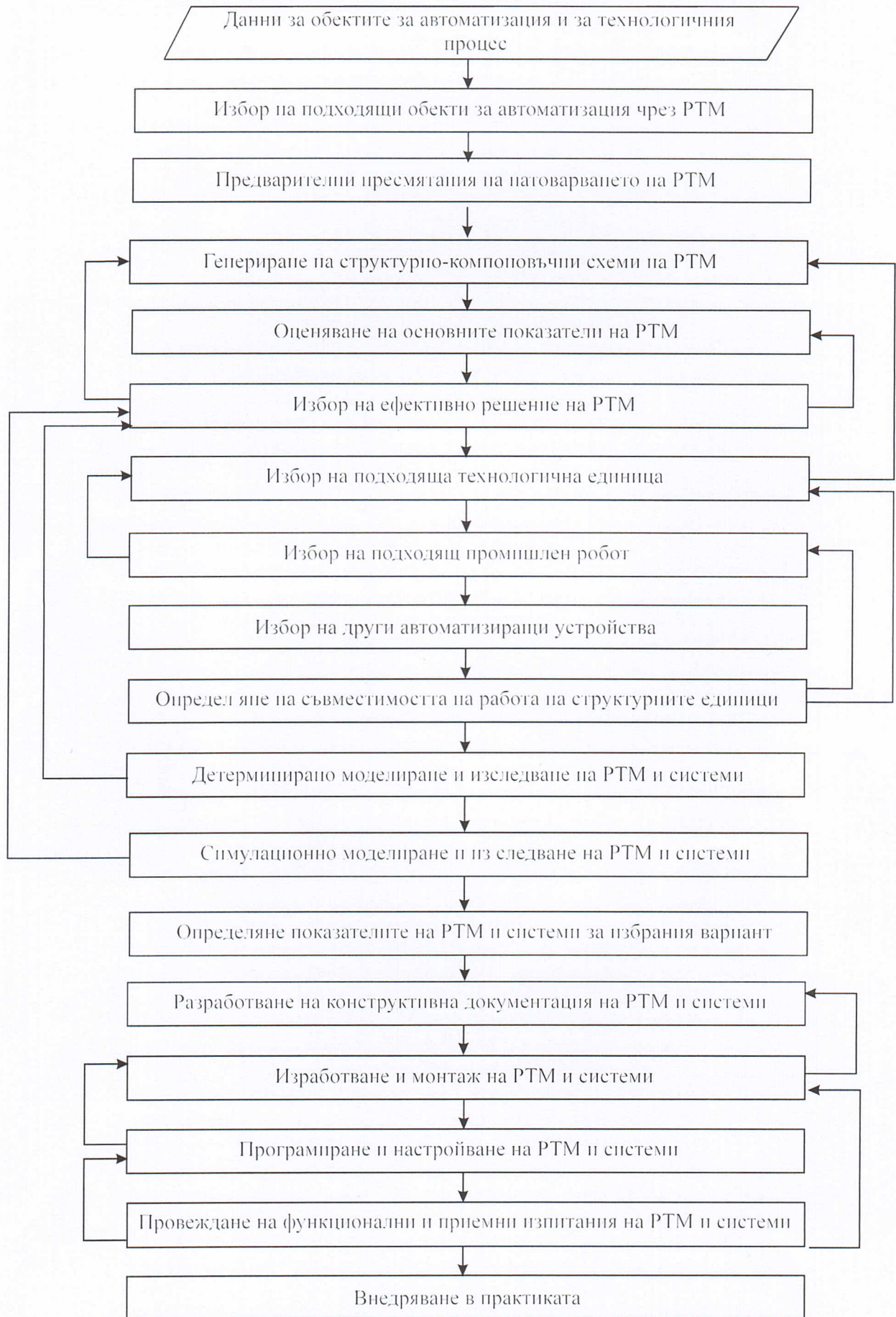
1.4. Методика за проектиране на РТМ и системи

Проектирането е сложен и многообразен творчески процес. Основната трудност при проектирането се състои в това, че проектантът трябва да прогнозира бъдещото състояние на обекта за проектиране на базата на известни до този момент данни и решения. В процеса на проектиране той трябва нагледно да изобрази определено решение, което в момента предметно не съществува, а е само продукт на умствена дейност. Технологиата на проектиране е итеративен процес

Независимо от голямото разнообразие на изделия и дискретни технологични процеси стремежът винаги е бил да се използва единен подход и методология при тяхното автоматизирано проектиране. Целта е да се използват едни и същи методи и технически средства за автоматизация, като се отчита и спецификата на отделните технологични процеси от гледна точка на автоматизацията.

За да бъде ефективно едно решение за автоматизация трябва да са налице следните предпоставки:

- Да позволява увеличение на производителността на машините и съоръженията;
- Да позволява подобряване на качеството на произвежданата продукция и намаляване на брака;
- Да бъде икономически изгодно, т.е. да се произвежда с по-малко човешки ресурси при минимум двусменен режим на работа;
- Да осигурява социален ефект, т.е. да се намалява вредният, тежкият и монотонен ръчен труд и значително да се намаляват трудовите злополуки и професионалните заболявания;
- Да има възможност за пренастройване на автоматизиращата техника за изпълнение на други производствени задания;
- Да работи автоматизиращата техника продължително време без намесата на работниците;
- Да позволява включването на решението в по-сложни автоматични системи;



Фиг.1.6.Етапи при проектиране на РТМ и системи – примерна методика

При проектирането на роботизирани технологични модули и системи се преминава през следните основни етапи:

- Избор на подходящи обекти за автоматизация – групиране на обектите по конструктивно-технологични, размерни, тегловни и други признаци.
- Предварителни пресмятания на РТМ - определяне на технологичността на детайлите от гледна точка на автоматизацията, определяне на степента на сложност, извършване на конструктивни промени за подобряване на технологичността, технологичен процес и др.;
- Генериране на структурно-компоновъчни схеми на РТМ - анализ и оценка на вариантите, избор на оптималния вариант;
- Избор на структурни компоненти (ТЕ, ПР, палети, други автоматизиращи устройства) и изследване съвместимостта на работните зони на ТЕ и ПР;
- Детерминирано моделиране и изследване на РТМ и системи;
- Симулационно моделиране и изследване на РТМ и системи;
- Изследване на ефективната работа на РТМ и системи и определяне на основните проектни показатели;
- Разработване на конструктивна документация на РТМ и системи – кинематични, технологични и якостни пресмятания, инженерен анализ;
- Изработване и монтаж на РТМ и системи;
- Програмиране и настройване на РТМ и системи;
- Провеждане на функционални и приемни изпитвания;
- Внедряване в практиката;

Основните етапи и взаимовръзките между тях при проектиране и реализация на РТМ и системи са показани на фиг.1.6.

1.5. Промислени решения на РТМ.

1.5.1. РТМ за дискови детайли.

Настоящата задача има за цел да се разработи типово решение на роботизиран технологичен модул (РТМ) за дискови детайли на базата на разработената фамилия модули с полезна товароносимост от 1,6 kg до 10 kg. Това решение трябва да послужи за основа при изграждането на роботизирани автоматични технологични линии и системи.

При разработването на РТМ за дискови детайли са поставени следните изисквания и ограничения:

- Да се използва многоредова специализирана улейна палета като хранващ магазин – събирател;
- Да се използва многоредова специализирана улейна палета като отвеждащ магазин – събирател, която да бъде по конструкция и размери както хранващата палета;
- Преди и след струговата машина да се осигури гъвкав транспорт посредством гравитационни (самотечни) улейни транспортъори;