

SISTEME AUXILIARE ÎN ROBOTICĂ

Note de curs pentru studenți - anul IV Robotică

Șef. lucr. dr. ing. FLORENTIN BUIUM

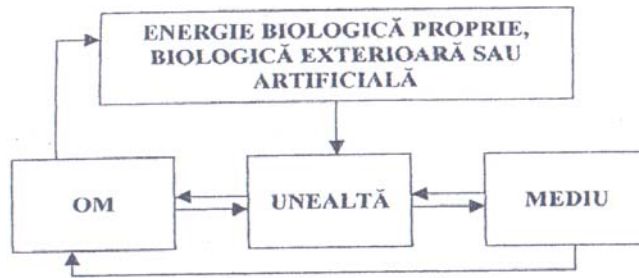
1. INTRODUCERE

1.1. Mecanizare, automatizare

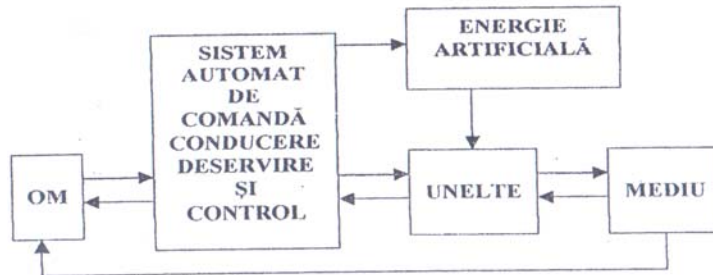
Robotica este o parte componentă a *mecatronicii* și se definește ca știința conceperii și construcției *roboților*.

Roboții sunt sisteme complexe, destinate proceselor de fabricație mecanizate și automatizate, în locurile de muncă oboseitoare și nocive pentru om, care au relații cu mediul.

Se definește *mediul*, ca spațiu în care evoluează ființa vie împreună cu toate obiectele exterioare cu care vine în contact și cu totalitatea fenomenelor care pot avea o influență asupra lui.



a). Interacțiunea om-mediu până la etapa mașinismului



b). Interacțiunea om-mediu cu ajutorul unor sisteme automate

Fig.1

Omul în acțiunea sa rațională cu mediul, urmărește creșterea randamentului acestei interacțiuni. Pentru aceasta, crează mijloace destinate obținerii mai ușoare a scopului propus, mijloace denumite *unelte*.

Uneltele sunt acționate cu surse create și acționate de om:

- energie biologică proprie,
- energie biologică exterioară (animale domestice),
- energie artificială (termică, electrică, hidraulică).

Utilizarea energiei artificiale, pentru acționarea uneltelor, a dat naștere etapei **mașinismului** din dezvoltarea civilizației, cunoscută ca prima revoluție tehnico-științifică aplicată în producție.

Utilizarea mașinilor conduce la creșterea complexității interacțiunilor, om-mediu. Apar operații complexe de manipulare, comandă și control a surselor de energie artificială și a uneltelor.

Cum capacitatea umană este limitată, s-a simțit nevoia introducerii unor sisteme automate, care preiau multe sarcini ale omului. Înlocuirea omului, dă naștere proceselor productive automatizate, ce corespunde etapei dominată de a doua revoluție tehnico-științifică.

Institutul STANFORD RESEARCH, din SUA, clasifică evoluția proceselor productive, prezentată în Tabelul 1.1.

Tabelul 1.1

Treptele procesului de automatizare			
Grupe de informații	Energia	Treapta	Descriere
Din mediu exterior	Mecanică	10	Mașină care se autoperfecționează
		9	Mașină care își adaptează programul de operații
Program variabil	Electrică	8	Mașină care își corectează programul după condiții exterioare (mașini unelte cu comandă adaptivă)
Programabilitate	Hidraulică	7	Mașină universală programabilă (mașină cu comandă numerică)
	Pneumatică	6	Mașină monooperație programabilă
Program fix		5	Mașină automată pentru operații multiple (strung automat)
		4	Mașină automată monooperație (automat de montaj, linie de transfer rigid)
Om	Manuală	3	Sculă mecanizată sau mașină comandată manual
		2	Sculă de mână
		1	Mână

Acțiunea omului asupra surselor de energie artificială și asupra uneltelor are două componente, prezentate în Tabelul 1.2

Tabelul 1.2

Operații de comandă, conducere, deservire, control	A. Supravegerea desfășurării proceselor tehnologice continue	Instalații de automatizare tradiționale
	B. Pornire - oprire Încărcare – descărcare Depozitare – extragere Schimbare – manevrare scule Montare - demontare Inspectare – comparare Operații auxiliare Mentenanță	Instalații de automatizare a „operațiilor humanoide”

1.2.Operații humanoide

Activitățile de tip B sunt similare cu mișcările brațelor și mâinilor umane iar operațiile acestor activități sunt cunoscute ca **operații humanoide**.

Reproducerea unor operații humanoide prezintă dificultăți tehnice, datorită caracterului complicat al acestora. De considerat și faptul că aceste operații se execută într-un anumit mediu, care influențează desfășurarea lor.

Mediul industrial este un spațiu în care omul și instalațiile tehnice efectuează o activitate productivă. În multe situații, condițiile fizice obișnuite nu există (în mări, în medii nocive, la temperaturi ridicate, cosmos).

În aceste situații deosebite, se recurge la automatizarea proceselor tehnologice pentru care sunt necesare instalații capabile să efectueze operații humanoide. Aceste instalații se numesc **instalații pentru operații humanoide, IOH**.

1.2.1.Automatizarea operațiilor humanoide.

Instalațiile pentru operațiile humanoide au funcția de a contribui la **automatizarea părții discontinue a procesului tehnologic** și anume, la operațiile unde se necesită intervenția brațului și mâinii operatorului uman (OU) sub supravegherea ochiului. Această acțiune este coordonată integral de creier și se încadrează, de regulă, în activități de tip B.

IOH, se utilizează pentru înlocuirea operatorului uman în vederea creșterii productivității muncii, având ca scop reducerea numărului de operatori și ferirea lor de munci periculoase (zgomot, vibrații, temperaturi extreme, toxicitate ridicată, monotonia operațiilor).

În Tabelul 1.3 se prezintă o clasificare a instalațiilor IOH, după modul de utilizare.

Tabelul 1.3

INSTALAȚII PENTRU AUTOMATIZAREA OPERAȚIILOR HUMANOIDE			
Procese tehnologice obișnuite	Medii greu accesibile sau inaccesibile	Suplinirea unor funcții vitale	Deplasări foră roată
Manipulatoare Instalații Master-Slave Pedipulatoare Roboți industriali	Instalații de teleportare Instalații sincrone	Proteze Orteze Exoschelete	Instalații pășitoare

Manipulatoarele sunt IOH care execută operații de alimentare a unor mașini de lucru, mișcările lor se realizează după un **program rigid**.

Instalații Master-Slave (stăpân-sclav) au aplicații asemănătoare cu ale manipulatoarelor și sunt construite din două lanțuri cinematice deschise. Primul lanț "**master**" are mișcarea comandată de mâna omului iar celălalt "**slave**" copiază la scară mișcarea comandată a unui manipulator.

Pedipulatoarele au un program rigid și efectuează operații specifice piciorului uman.

Roboți industriali sunt IOH cu mișcări comandate după un program flexibil în funcție de condițiile de mediu și de sarcinile de lucru variabile. Modificarea programului poate fi realizată de om sau automat când robotul este înzestrat cu elemente de inteligență artificială.

Instalații de teleportare sau telecherice servesc la executarea unor operații în medii inaccesibile omului și se caracterizează loc de comandă separat de locul de execuție.

Instalații sincrone sau instalații de teleoperare, funcționează pe principiul celor de tip mastre-slave comandate sincron de operatorul uman.

Proteze sunt IOH care înlocuiesc membrele umane amputate.

Orteze realizează mișcarea membrilor sau amplifică forța acestora la persoane care nu sunt capabile de controlul biologic normal din cauza leziunilor sistemului nervos.

Comanda se poate realiza fie prin biocurenți transmiși pe cale extra corporală, fie prin alte mijloace (mișcarea gurii, sprincemelor sau a altor părți ale corpului).

Exoschelete sunt instalații înrudite cu protezele și ortezele și au lanțuri cinematice deschise atașate membrilor unui om sănătos și au ca scop amplificarea mișcărilor sau forțelor pe care aceste membre le dezvoltă. Protezele, ortezele și exoschezele amplificatoare sunt comandate sincron de om.

Instalațiile pășitoare au ca sisteme de susținere și propulsie pentru vehicule pe terenuri accidentate, imprevizibile, putând fi comandate sincron sau prin intermediul unui program fix.

După modul de acționare, IOH pot fi doar instalații sincrone sau instalații cu program rigid sau flexibil.

În Fig.1.2 se prezintă gruparea IOH pe categorii.

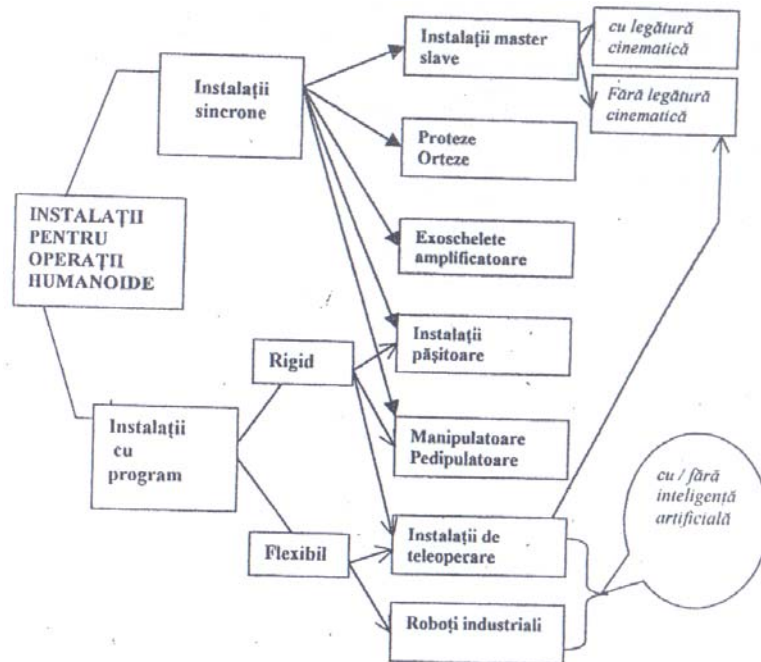


Fig.1.2.

Toate IOH prezintă din punct de vedere structural trei sisteme importante:

- sistemul mecanic,
- sistemul de acționare,
- sistemul de comandă.

Sistemul mecanic al IOH este cel care dă aspectul morfologic caracteristic al instalației de: braț, mână, picior. Este constituit din mai multe elemente legate prin cuple cinematice, dintre care unele sunt conducătoare și au ca scop realizarea mișcării specifice operației humanoide, adică mișcarea obiectului manipulat în spațiu de lucru.

Sistemul de acționare este partea IOH care servește la transformarea unei anumite energii în energie mecanică și transmiterea mișcării mecanice la cuplele conducătoare ale lanțului cinematic. Concret, sistemul de acționare este format din unul sau mai multe motoare rotative sau liniare (hidraulice, pneumatice, electrice) și transmisiile mecanice aferente pentru transmiterea și transformarea mișcărilor mecanice.

Sistemul de comandă are ca scop să prescrie succesiunea, parametrii și durata mișcărilor lanțului cinematic, în corelare cu particularitățile operațiilor humanoide pe care

trebuie să le execute. De regulă, sistemul de comandă conține, fie mecanismele menite să asigure sincronismul între master și slave, fie dispozitive de introducere a programului de memorare a acestuia și de redare-transmitere a programului spre sistemul de acționare.

În Fig.1.3. se prezintă structura unei instalații IOH.

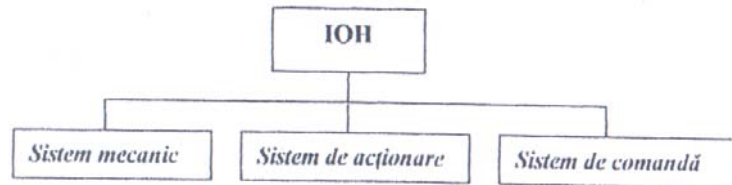


Fig.1.3.

1.3.Fabricația industrială

Prin **producție** se înțelege procesul (succesiunea stărilor) prin care se crează bunuri materiale, respectiv, activitatea socială în care oamenii exploatează și modifică elemente din natură în vederea satisfacerii necesităților de consum. Acest proces se realizează într-un cadru social organizat cu ajutorul mijloacelor de producție.

Utilizarea termenilor de producție și de fabricație prezintă ambiguități. Prin fabricație, se înțelege producția unei fabrici sau tehnica de a fabrică, iar prin producție se înțelege rezultatul activității sociale de a produce bunuri materiale într-o perioadă de timp delimitată și într-un anumit sector de producție.

Pentru a înțelege, mai bine, conceptul de fabricație, este necesară stabilirea riguroasă a raporturilor fabricației cu producția și ierarhizarea legăturilor dintre aceste concepte. În acest sens, se poate afirma că fabricația este un proces parțial al producției cu structuri specifice, deosebite de cele ale altor procese parțiale care compun producția de bunuri materiale.

Prin urmare, fabricația industrială este un proces parțial prin care se obțin configurația și proprietățile finale ale obiectului ce constituie produsul, cu o structură specifică, prezentată în Fig.1.4.

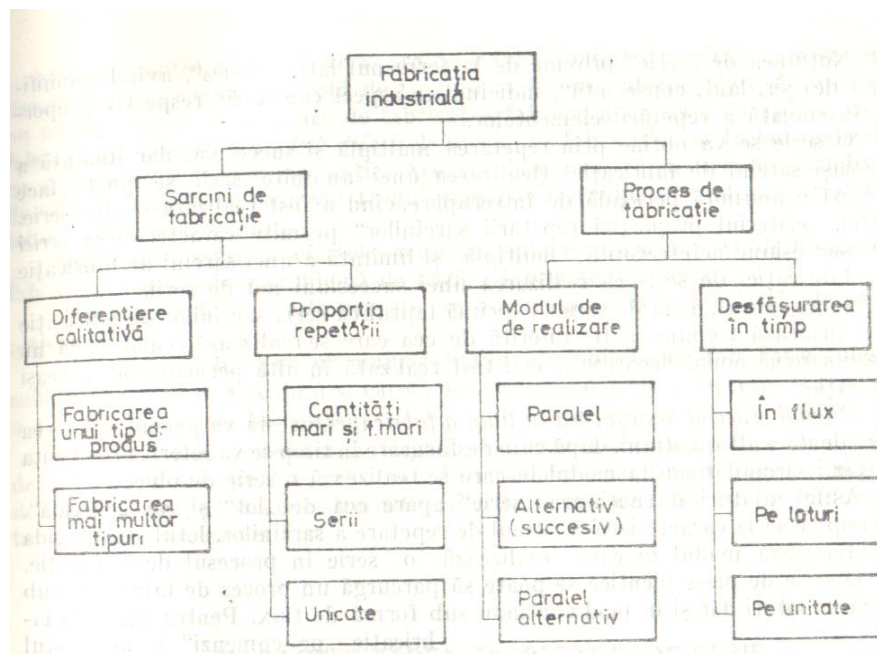


Fig.1.4.

Configurația finală a produsului se obține prin procedee de fabricație și va fi diferită de configurația prevăzută prin proiect. Este important de a cunoaște geometria erorilor pentru a putea evalua gradul de îndeplinire a sarcinii de fabricație și pentru a înțelege cum să se îmbunătățească procedeele și tehnicile de fabricație. În acest sens, se poate constata că procesul de fabricație este neunivoc, așa cum se observă din schema procesului de producție, prezentată în Fig.1.5.

Alegerea unui procedeu de fabricație depinde de cantitatea produselor și de costul procedeeleor, Fig.1.4 și 1.5.

Un sistem corect de fabricație va depinde de configurația finală a produselor, de geometria erorilor, de cantitatea produselor fabricate. Aceste categorii sunt fundamentale în condiționarea structurii de fabricație, Fig.1.6. și sunt elementele esențiale în proiectarea constructivă.

Proiectarea constructivă stabilește sarcinile de fabricație. Conceptul de *sarcină de fabricație* poate fi înțeles ca diferența calitativă ce desparte materia primă, neprelucrată, de produsul cu o configurație finită, diferență dată de aplicarea procedeeleor de fabricație asupra materiei prime.

Un proces de fabricație se împarte într-un număr limitat de procese parțiale de fabricație, care necesită aplicarea unor procedee diferite. Suma procedeeleor aplicate pentru realizarea unui proces parțial de fabricație constituie *tehnologia de fabricație*.

Din punct de vedere tehnologic, procedeele de fabricație se definesc prin *operații și succesiuni de operații*, caracteristice echipamentelor de lucru și ale materiei prime utilizată.

Operațiile unui proces de fabricație se clasifică în: *operații de prelucrare*; *operații de manipulare*, Fig.1.6.

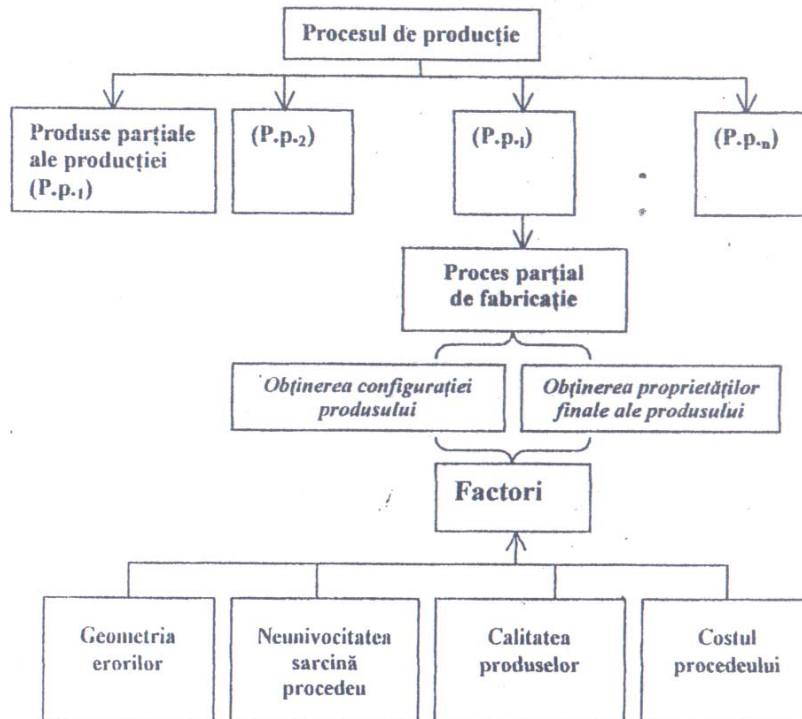


Fig.1.5.

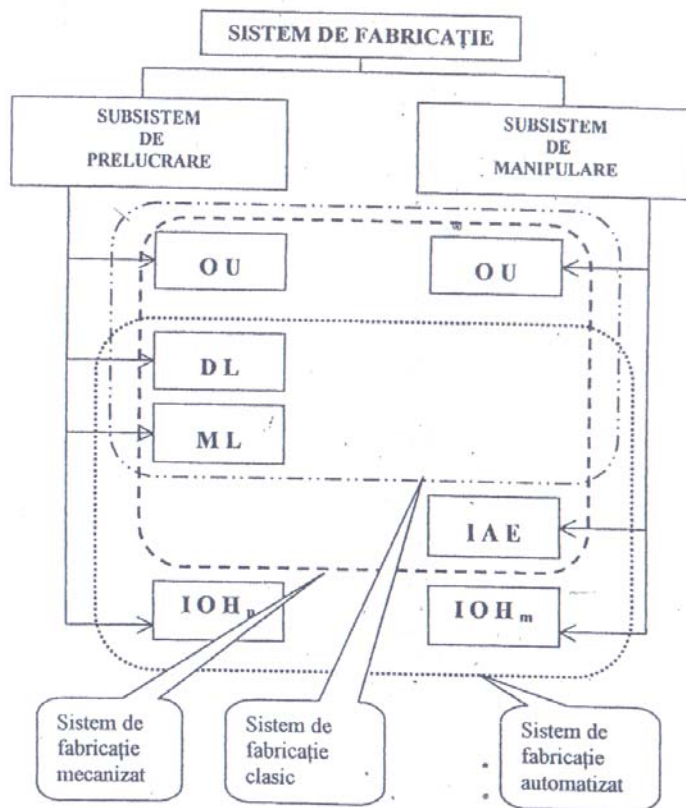


Fig.1.6.

Operațiile de prelucrare schimbă forma, dimensiunile, starea de agregare, consistența, proprietățile fizico-chimice, etc., în timp ce operațiile de manipulare schimbă numai poziția obiectelor (materia primă, scule, dispozitive, deșeuri) și furnizarea unor date despre acestea.

Unui proces de fabricație îi corespunde un sistem de fabricație constituit din toate mijloacele materiale și de informații (SOFT) care realizează procesul de fabricație.

Sistemul de fabricație, Fig.1.6, se compune din două subsisteme de: *prelucrare* ; *manipulare*.

Subsisteme de prelucrare se compune din:

- mașini unelte sau mașini de lucru ML;
- dispozitive de lucru DL;
- operator uman OU;
- instalații pentru operații humanoide IOHp.

Subsisteme de manipulare poate fi :

- operatorul uman OU;
- instalația de aducere/ evacuare IAE ;
- robot industrial (manipulator), adică o instalație pentru operații humanoide de manipulare IOHm.

IAE sunt dispozitive care oferă pentru manipulat mișcări simple și pot fi:

- depozite;
- dispozitive de transfer scurt sau lung;
- dispozitive de dozare;
- echipamente de măsurare;
- echipamente de de control.

IOHm se folosesc numai când, pentru manipulare, sunt necesare mișcări complexe care nu pot fi realizate fără intervenția operatorului uman. Se observă că în ambele subsisteme ale sistemului de fabricație sunt necesari operatorii umani și instalațiile pentru operații humanoide.

În cazul în care din sistemul de fabricație lipsesc IOH și IAE, sistemul de fabricație este de *tip clasic*.

Dacă în subsistemul de manipulare există IAE, avem un *sistem mecanizat*, iar atunci când lipsește OU există un *sistem automatizat*.

1.3.1. Sisteme de fabricație flexibile.

Termenul de *flexibilitate* are semnificația de maleabil, nestabil, suplu, variabil, capabil de modificări.

În procesele industriale, termenul de flexibilitate se utilizează odată cu apariția automatizării fabricației, unde fabricația se realizează cu mașini *transformabile*, pentru ambele subsisteme ale sistemului de fabricație. În aceste condiții, sistemul de fabricație se poate utiliza pentru realizarea unor produse diverse, pe baza unei *elasticități tehnologice*.

Prin flexibilitate se înțelege capacitatea de modificare a sistemelor tehnice și a condițiilor de organizare ale unui proces de fabricație în vederea adaptării sale la noi sarcini de fabricație, în mod automat.

Sistemele de fabricație automatizate flexibile se definesc în comparație cu sistemele de fabricație automatizate *rigide*, Fig.1.7.

Sistemele rigide sunt concepute pentru realizarea unei singure sarcini de fabricație, iar sistemele flexibile sunt concepute pentru a se putea transforma în vederea realizării mai multor sarcini diferite de fabricație.

Sistemizarea problemelor legate de flexibilitate se prezintă în Tabelul 1.4., iar estimarea flexibilității unui sistem de fabricație se reduce la determinarea indicatorilor: *flexibilitate de adaptare* (FA); *flexibilitate de utilizare* (FU).

Pentru diferite tipuri de instalații se pot determina domenii de flexibilitate ale fabricației în coordonate FA/FU, folosind scale adimensionale $[0...1]$, Fig.1.8

Un sistem de fabricație poate îndeplini un nomenclator de sarcini de fabricație.

Analizarea corespondenței dintre fiecare operațiune necesară realizării sarcinii de fabricație și o stare dată a sistemului arată că operația are caracter de eveniment întâmplător față de stația de lucru. Acest eveniment poate fi în raport cu structura și/sau starea momentană a stației: realizabil; nerealizabil temporar sau imposibil de realizat de către stația respectivă.

Raportul dintre numărul de evenimente realizabile și numărul total al sarcinilor de fabricație, dintr-un nomenclator dat, reprezintă probabilitatea ca o sarcină oarecare, aparținând nomenclatorului, să poată fi realizată de sistemul respective de fabricație.

Flexibilitatea în utilizare (FU) va fi cuantificată prin valoarea acestei probabilități.

Fiecare nouă sarcină de fabricație implică o modificare a stării sistemului de fabricație, care implică trei categorii de intervenții:

- *transformare* când elementele funcționale se înlocuiesc;
- *modificare* în care dintr-un număr de funcții parțiale, ce pot fi utilizate alternativ și sunt permanent existente în sistem, se selectează una anumită;
- *reglare* când un număr de parametri, ce influențează funcționarea și care sunt permanent disponibili, se alege o anumită valoare.

Când modificarea stării sistemului, se face manual, intervenția este denumită *reechipare*.

În dezvoltarea flexibilității de adaptare, un rol important îl are abordarea sistemului de fabricație ca sistem prelucrător de informații. Cheltuielile cu modificarea stării sistemului pot fi puse în legătură cu modul de memorare și redare a informației.

Evaluarea cantitativă a flexibilității de adaptare (FA) se face în mod relativ, comparând un sistem cu altul, pentru o modificare definitivă a stării.

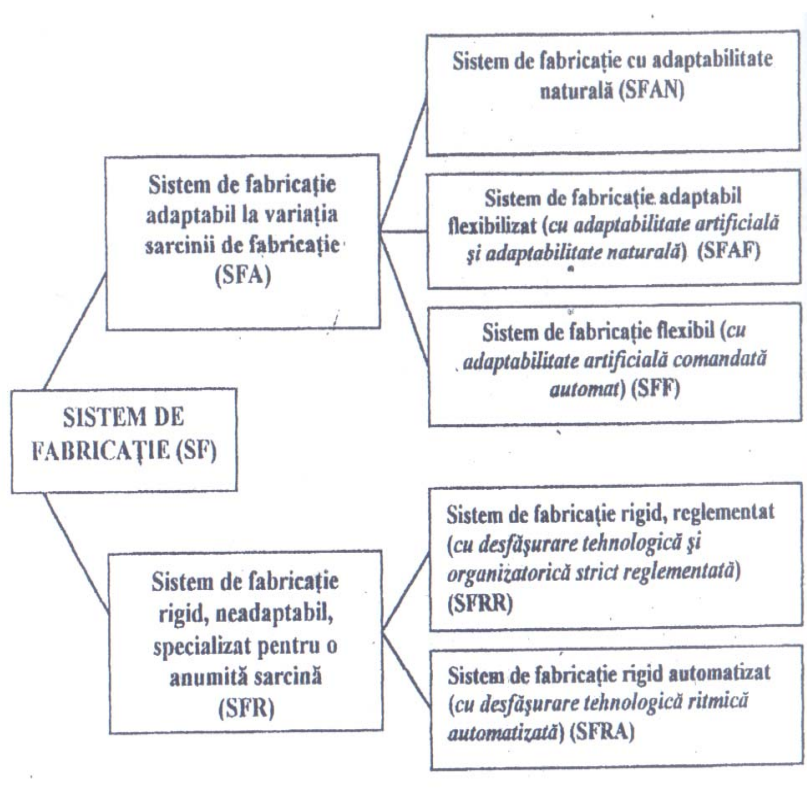


Fig.1.7.

Tabelul 1.4.

Interpretări ale conceptului de flexibilitate	Semnificația în termeni structural-funcționali ai sistemului
1. Capacitatea unui sistem de fabricație de a executa sarcini diverse cu cheltuieli mici de reechipare.	Flexibilitate în utilizare
2. Proprietatea unui sistem de a se adapta la cerințele diferitelor sarcini, fără ca elementele funcționale fiecărei sarcini să fie specializate și să existe ca atare, permanent.	Flexibilitate de adaptare
3. Independența la selectarea căilor de prelucrare a diferitelor sarcini către mai multe stații de lucru.	Acces liber a pieselor la stațiile de lucru
4. Existența mai multor purtători de funcții decât cei folosiți la un moment dat pentru realizarea sarcinii.	Redundanța de fabricație
5. Posibilitatea de extindere a unui sistem de fabricație cu privire la capacitatea cantitativă și cea calitativă.	Concepția dinamică Structura modulară Calitatea de integrabilitate
6. Posibilitatea egalizării ritmurilor diferite de fabricație a stațiilor.	Capacitatea de înmagazinare
7. Proprietatea unui sistem de fabricație de a putea fi programat pentru funcționarea automată în condiții de variație a sarcinilor.	Programabilitate integrabilă

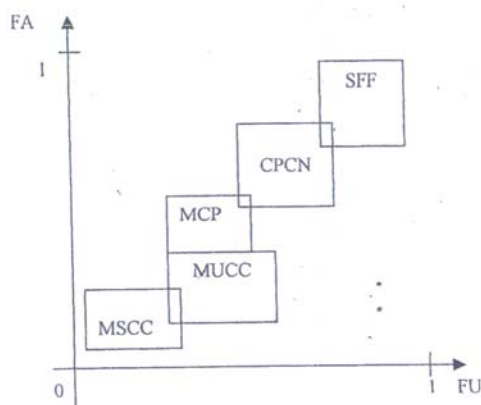


Fig.1.8.

MSCC-mașină specializată cu comandă convențională;
 MUCC-mașină universală cu comandă convențională;
 MCP- mașină cu comandă programabilă;
 CPCN-centru de prelucrare cu comandă numerică;
 SFF –sistem de fabricație flexibil.

În Tabelul 1.5. se prezintă o caracterizare sintetică, asemănătoare cu cea din Fig.1.4, a sistemelor de fabricație.

Tabelul 1.5.

Tipul sistemului de fabricație	Variabilitatea admisibilă a sarcinii	Costul sistemului	Productivitatea sistemului	Domeniul de producție
Sistem adaptabil	mare, foarte mare	mic.... mediu	scăzută	unice, serie mică
	medie....mare	mediu...ridicat	medie	serie mică și mijlocie
	mare	ridicat..... foarte ridicat	mare foarte mare	serie mică și mijlocie
Sistem rigid	foarte mică	mediu	medie	serie mare
	foarte mică	ridicat	mare..... foarte mare	serie mare, foarte mare, de masă

1.4. Funcțiile și structura sistemelor auxiliare în robotică

Sistemul de manipulare are funcția de a genera anumite mișcări ale obiectului pe baza unei logici secvențiale, ținând cont de cerințele manipulării care se realizează.

Instalațiile de aducere evacuare (IAE) îndeplinesc funcțiile specifice, denumite **funcții aducătoare**, definite mai jos:

- **Depozitarea** este funcția aducătoare prin care se realizează păstrarea unui anumit număr de obiecte în vederea utilizării ulterioare. Funcția de depozitare se poate concepe și ca un transfer al unui obiect în timp.

Spațiul destinat depozitării se numește **depozit** sau **magazin**. Depozitarea se realizează în stare dezordonată (în vrac) sau în stare ordonată și se numește **acumulare** sau **înmagazinare**.

- **Captarea** este o funcție aducătoare în decursul căreia obiectul este extras din spațiul de depozitare, în vederea unei manipulări ulterioare.

- **Ordonarea** este o funcție prin care se realizează dispunerea obiectelor în poziții, relativ, bine determinate.
- **Separarea** este o funcție aducătoare prin care unul sau mai multe obiecte manipulate se izolează din formația inițială.
- **Ramificarea** (distribuirea) este o funcție prin care obiectele separate, se distribuie pe mai multe trasee de transfer.
- **Confluența** (reunirea) este o funcție opusă ramificării, prin care fluxurile de obiecte manipulate pe mai multe trasee se unifică pe un singur traseu.
- **Controlul de existență** (prezență) este o funcție aducătoare în cadrul căreia se verifică, automat, dacă un anumit obiect se găsește într-o anumită poziție.
- **Controlul dimensional** este funcția prin care se verifică unele dimensiuni sau anumiți parametri, de altă natură, ai obiectului manipulat.
- **Controlul de poziție** este funcția prin care se determină corectitudinea poziției pe care o ocupă obiectul manipulat, față de un anumit reper al unui dispozitiv.
- Transferul este o funcție aducătoare prin care se realizează deplasarea în spațiu a obiectelor manipulate. Caracterizarea mișcării, din punct de vedere geometric se face printr-un reper caracteristic M, ce aparține obiectului și prin două drepte perpendiculare, concurente în punctul M, Fig.1.9.

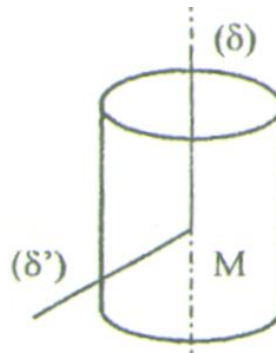


Fig.1.9.

Dreapta (δ) se numește dreaptă caracteristică iar dreapta (δ') se numește dreaptă auxiliară.

Transferul se referă, atât la modificarea poziției punctului caracteristic, cât și la orientarea dreptei caracteristice și a celei auxiliare.

- **Numararea** este o funcție prin care se determină numărul obiectelor dintr-o anumită formație care se transportă printr-un punct al traseului, într-un interval de timp dat.
- **Dozarea** este o funcție prin care o anumită cantitate de obiecte manipulate se separă, se cântăresc și se transportă mai departe într-un număr determinat sau o greutate determinată a obiectelor manipulate.
- **Livrarea** este funcția prin care un dispozitiv, din cadrul instalației de aducere evacuare (IAE), transferă un obiect manipulat altui dispozitiv al instalației sau la un utilaj.
- **Evacuarea** este funcția prin care un dispozitiv al IAE, eliberează un obiect de pe un dispozitiv al unui post de lucru și îl transferă spațiului de lucru al postului.
- **Poziționarea** (orientarea) este funcția aducătoare prin care se stabilește poziția obiectului manipulat în raport cu un dispozitiv, instalație, mașina sau utilaj. Scopul acestei funcții este de a face ca punctul caracteristic M, dreapta caracteristică și dreapta auxiliară să se suprapună cu entități geometrice similare, de pe un element al dispozitivului de poziționare, al instalației sau al mașinii.
- **Fixarea** este funcția prin care obiectul se imobilizează în raport cu elementul față de care a fost poziționat.

Poziționarea și fixarea, împreună, se denumesc instalare.

- **Defixarea** este acțiunea opusă fixării.

Funcțiile aducătoare se simbolizează, pentru descrierea funcțională a structurii sistemelor de fabricație, pe care le echipează. În Tabelul 1.6. sunt date simbolurile consacrate funcțiilor aducătoare și semnificația lor.

Funcționarea unei instalații IAE are loc într-un spațiu de lucru, definit ca mulțimea pozițiilor ocupate de punctul caracteristic, al unui anumit obiect manipulat de către instalație.

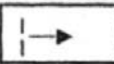
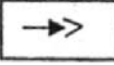
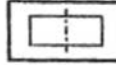
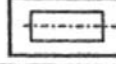
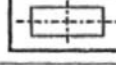
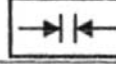
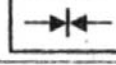
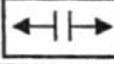
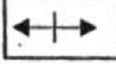

Se numește unghi de servicii, respectiv unghi auxiliar al unei IAE, unghiurile solide care cuprind fasciculele de drepte concurente într-un punct, paralele la pozițiile ocupate de dreapta caracteristică, respectiv, auxiliară în timpul operației de manipulare.

Tabelul 1.6

Simbolurile funcțiilor aducătoare				
Nr crt	Funcția aducătoare	Simbolul de bază	Simboluri de completare	Semnificația simbolurilor de completare
1	2	3	4	5
1	Depozitare	—		În stare dezordonată
				Stivuire
				Acumulare
				Înmagazinare
2	Captare			Colectare
3	Ordonare			Modificarea orientării
4	Separare		—	—
5	Ramificare			Distribuire
6	Confluența			Reunire
7	Control existență		—	—

8	Control dimensional			Control activ
9	Control poziție		—	—
10	Transfer			Mișcare liniară continuă
				Mișcare intermitentă
				Mișcare alternativă cursa 500m
				Mișcare circulară continuă
				Mișcare circulară intermitentă
				Mișcare circulară cursa unghiulară de 60°
				Mișcare liniară rapidă
				Mișcare vibratorie
11	Numărare, dozare		—	—
12	Livrare		—	—

Tabelul 1.6 continuare

1	2	3	4	5
13	Evacuare		—	—
14	Poziționare			Semicentrare
				Centrare
				Centrare completă
15	Fixare	—		Fixare prin formă
				Fixare prin strângere
16	Defixare		—	—
				Destrângere
17	Prelucrare		—	—

Din punct de vedere structural, IAE este constituită din dispozitive și elemente.

Dispozitivul este un sistem mecanic mobil destinat efectuării unei anumite operații sau secvențe componente a unei operații.

Elementul se definește ca o parte componentă simplă a unui dispozitiv sau utilaj, concepută în vederea executării unei anumite operații sau a unei secvențe dintr-o operație. Elementul poate conține un număr redus de piese mobile sau să fie constituit din suprafețe de o anumită geometrie, aparținând unor piese fixe. Dispozitivele utilizate în IAE, poartă și denumirea de **dispozitive de alimentare automată** (DAA). În Tabelul 1.7. se prezintă structura IAE, în sensul indicării dispozitivelor existente și a funcțiilor pe care le execută.

Tabelul 1.7

IAE	Depozit
	Element / dispozitiv de captare / colectare
	Dispozitiv / element de ordonare
	Dispozitiv / element de separare / ramificare / confluență
	Dispozitiv de sortare
	Dispozitiv / element de control de existență / dimensional / de poziție
	Dispozitiv de transfer
	Dispozitiv de numărare / dozare
	Dispozitiv de livrare / evacuare
	Dispozitiv de poziționare / fixare / defixare / instalare

2. Depozite

2.1. Definiții

Depozitele au funcția aducătoare de depozitare cu scopul de a face acumularea obiectelor, transferul lor în timp și eliberarea lor la momentul dorit, pentru a se asigura continuitatea unor stări active. Ele pot avea și ale funcții aducătoare, ca de exemplu:

- captarea,
- transferul,
- dozarea, etc.

În aceste cazuri, dispozitivele depozitelor au funcții multiple și capătă anumite roluri; *de rezervă*, *de decuplare* la căderi accidentale, *de compensare*.

Depozitele de rezervă se utilizează atunci când sistemul de fabricație nu poate fi alimentat în ritmul de prelucrare, alimentarea făcându-se separat, la intervale mai mari de timp. Dimensiunea unui astfel de depozit nu se face în funcție de ritmul producției, ci de numărul subsistemelor de prelucrare.

Depozitele de decuplare au funcția de a limita transmiterea în serie a efectelor unor defecțiuni apărute într-un anumit subsistem de lucru. În cazul subsistemelor de lucru înlănțuite în serie oprirea accidentală a unui subsistem introduce perturbații și chiar blocarea liniei de fabricație. Capacitatea depozitului se va dimensiona pe baza distribuției statistice a timpilor de defectare.

Depozitele de compensare (echilibrare) se introduc între două subsisteme de lucru consecutiv, pentru a compensa variația ritmului de prelucrare, datorită modificării duratelor operațiilor de fabricație, în cazul în care durata variază în jurul unei valori medii. Aceste depozite se utilizează, cu precădere, în liniile de fabricație cu subsisteme de producție deservite manual.

Depozitele au diferite tipuri de dispozitive, cum ar fi: • buncărele, • acumulatele / stivuitoarele, • magazinele, • paletele, • containerele.

2.2. Buncăre, acumulate, magazine, palete, containere, sisteme de depozitare

2.2.1. Buncăre

Buncărele sunt dispozitive, de aducere / evacuare, care realizează depozitarea în stare dezordonată (în vrac) și sunt construcții staționare sau mobile cu mișcare: • rotativă, • oscilantă, • vibratoare.

Golirea buncărului se face prin răsturnare sau automat pe cale gravitațională sau prin mișcări sub acțiunea forțelor de inerție sau cu elemente / dispozitive de captare.

Buncărul se caracterizează prin numărul de obiecte care se pot depozita și se calculează cu relația:

$$Q = q \cdot \frac{V_b}{V_o} \quad 2.1$$

în care; V_b - volumul buncărului, V_o - volumul unui obiect depozitat, q - coeficient de umplere, dependent de forma obiectelor cu valori cuprinse între limitele (0,4...0,7). Pentru fluide $q = 1$.

În Fig.2.1a. se prezintă un buncăr pânlie staționar. Peretele p separă, din volumul buncărului propriu-zis, un prebuncăr din care obiectele depozitate părăsesc buncărul prin orificiul o . Rolul peretelui este de a reține obiectele și de a înlătura formarea bolților, Fig.2.1b, ușurând golirea buncărului.

Înclinarea peretelui satisface condiția de evitare a blocării prin frecare: $\alpha > \arctg \mu$.

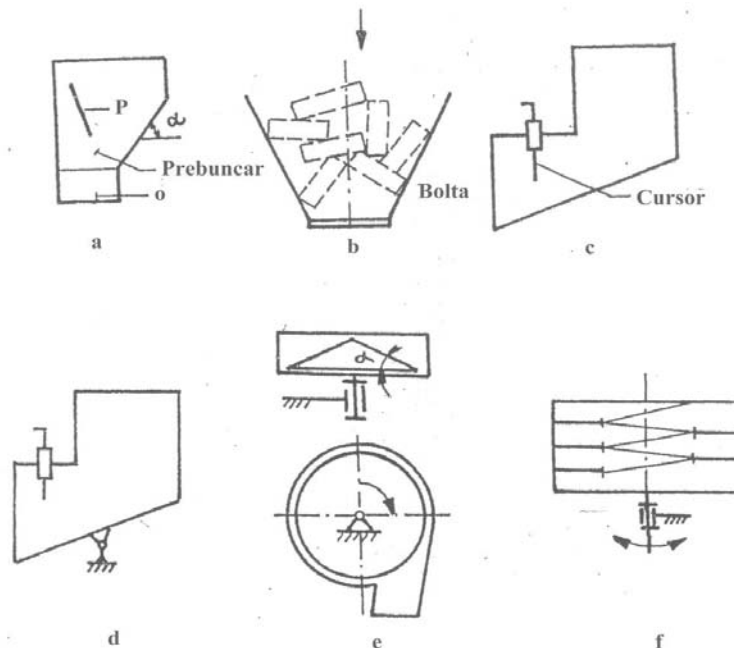


Fig.2.1

În Fig.2.1c. se prezintă buncărul staționar, de tip pâlnie, care realizează golirea automată gravitațională a obiectelor la ridicarea cursorului, iar în Fig.2.1d, un buncăr la care golirea se face prin basculare.

În Fig.2.1e, se prezintă un buncăr rotativ de tip tambur, la care evacuarea se realizează prin gravitație când axa de rotație a buncărului este orizontală sau prin forțe de inerție dacă axa de oscilație este verticală. Buncărul de tip oală este prezentat în Fig.2.1f. și are o mișcare de vibrație torsională în jurul axei verticale. Obiectele sunt dispuse pe un jgheab în spirală, pe care obiectele urcă sub acțiunea forțelor centrifuge. Acest buncăr mai realizează și funcția de captare – extragere.

2.2.2. Acumuloare

Acumuloarele sau stivuitoarele realizează depozitarea obiectelor, în mod ordonat, după o direcție și transportul lor. În Fig.2.2 se prezintă diferite tipuri de acumuloare: a- tip puț, b – tip coloană, c- tip cablu orizontal, d – tip cablu înclinat.

La acumuloarele de tip puț și tip coloană, stivuirea se face pe verticală, la care numărul de piese depozitate se calculează cu relația:

$$Q = H/h \quad 2.2$$

în care; H – înălțimea acumulatorului, h – înălțimea obiectului.

Acumulatorul de tip cablu pe orizontală se utilizează pentru piese de tip segmenti (potcoavă), antrenat în mișcare de un tambur. În cazul acumulatorului înclinat, deplasarea se realizează gravitațional.

Acumuloarele de tip puț și tip coloană necesită înălțimi mari pentru o capacitate de depozitare mai mare. Acest dezavantaj se elimină prin variante constructive de tip tub în zig zag, ca o fragmentare a unui jgheab înclinat, Fig.2.3a.

Calculul numărului de obiecte depozitate se realizează cu relația:

$$Q \cong n_1 \cdot \frac{L}{d} + n_2 \cdot \frac{\rho \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right)}{d} + \frac{H_0}{d} \quad 2.3$$

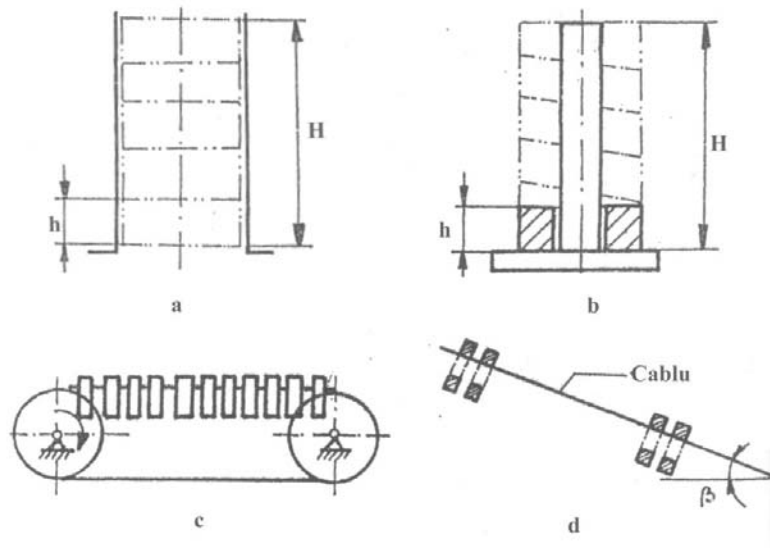


Fig.2.2.

în care; L , H_0 , ρ , β sunt caracteristicile constructive ale depozitului, Fig.2.3b, iar n_1 - numărul segmentelor înclinate, n_2 - numărul jumătăților de coturi.

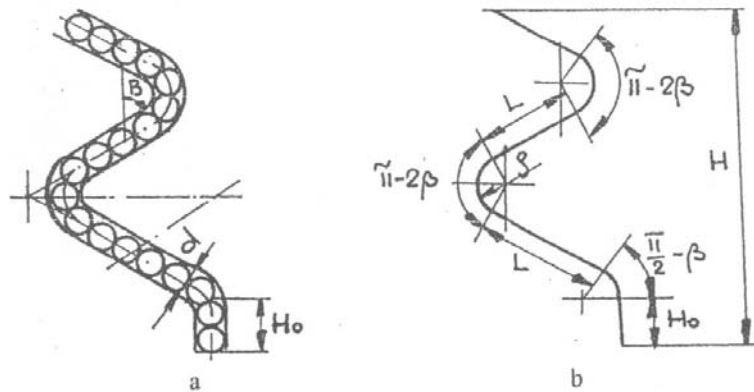


Fig.2.3

Mișcarea coloanei de obiecte depinde de numărul și dimensiunile obiectelor evacuate. De precizat că, în zonele de curbură și la evacuare, forțele date de greutatea coloanei sunt mari și poate să apară blocaje. Eliminarea acestui neajuns se face prin fragmentarea, convenabilă, a coloanei de obiecte, Fig.2.4. Jgheabul are rolul de a susține și ghida obiectul manipulat.

În Fig.2.4. se prezintă variante de secțiuni ale jgheabului. Unele acumuloare, conțin mecanisme de antrenarea obiectelor, așa cum se vede din Fig.2.5. unde obiectele sunt așezate în stivă cu un unghi constant față de verticală. Mecanismul M este un șurub care antrenează cursorul C , într-o mișcare de translație pe verticală, ridicând stiva în așa fel ca obiectul superior să părăsească stiva, alunecând pe un plan înclinat P , care are și rolul de element de captare.

Acumulatorul din Fig.2.6. are un cursor cu mișcare orizontală, împingând stiva de obiecte acumulate. Obiectul de la extremitatea stivei, părăsește acumulatorul prin orificiul O , cu rol de element de captare. Cursorul determină și numărul de obiecte existente la un moment dat. Relația 2.2 se poate aplica și aici, dacă H se înlocuiește cu caracteristica acestui acumulator.

În Fig.2.7. se arată un acumulator cu bandă, numărul de obiecte este constant în timp.

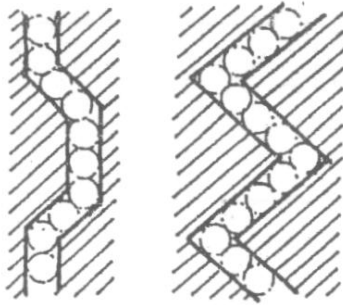


Fig.2.3.

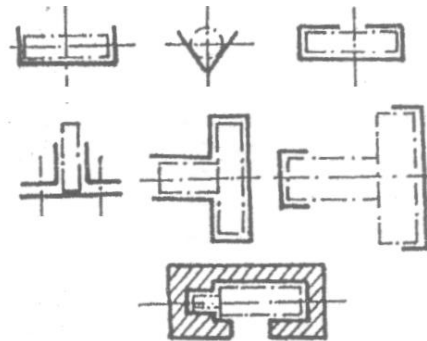


Fig.2.4.

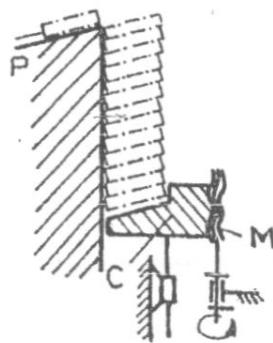


Fig.2.5.

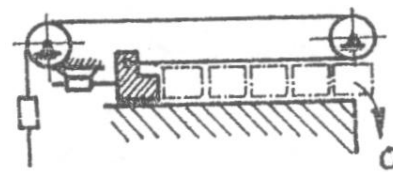


Fig.2.6.

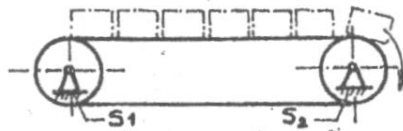


Fig.2.7.

2.2.3. Magazine

Acestea sunt instalații IAE care realizează depozitarea obiectelor ordonate, în locașuri destinate acestui scop. De regulă, aceste magazine au și funcția de transport.

Dacă la acumulatorul cu bandă din Fig.2.7., se montează locașuri pentru depozitare (dispozitive de poziționare), rezultă un magazin cu bandă cu funcțiile simultane de depozitare și de transfer, Fig.2.8.

La magazinul din Fig.2.9., locașurile de așezare a obiectelor sunt practicate pe circumferința a două roți utilizate și la transport. Obiectele de manipulat pot fi așezate și pe zalele unui lanț, Fig.2.10. În Fig.2.11, se prezintă un magazin cu cablu pe care sunt suspendate obiectele de manipulat.

Numărul obiectelor depozitate este dat de numărul locașurilor existente la magazin.

Dacă lungimea caracteristică a magazinului este L_0 și pasul de dispunere a locașurilor este p , se calculează numărul obiectelor cu relația:

$$Q = \frac{L_0}{p} \quad 2.4$$

În Tabelul 2.1. se prezintă formele pieselor, pondrea lor și dispozitivele de depozitare.

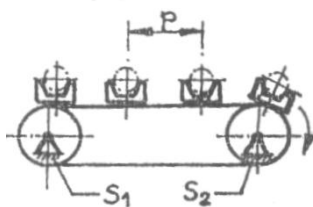


Fig.2.8.

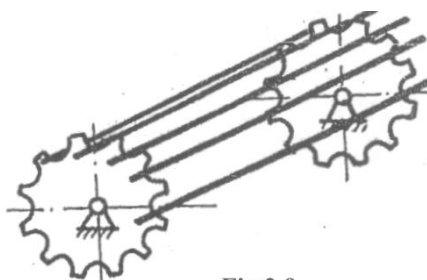


Fig.2.9.

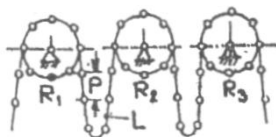


Fig.2.10.

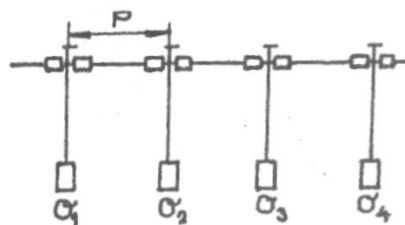


Fig.2.11.

Tabelul 2.1.

Nr. crt.	Denumire obiecte	Desen exemplificare	Ponderea în construcția de mașini	Denumirea dispozitivului folosit ca depozit	Obs.
1	Obiecte care se pot agăța		18%	Suspendare fir, magazin	
2	Obiecte plane (plate)		22%	Buncăr, jgheab, magazin	
3	Obiecte cilindrice		7%	Buncăr, jgheab, acumulator, put, magazin, paletă, container	
4	Obiecte prismatice		3%	Buncăr, jgheab, magazin, paletă, container	
5	Obiecte conice		0,5%	Buncăr, jgheab, magazin	
6	Obiecte piramidale		0,003%	Buncăr, jgheab, magazin	
7	Obiecte tip ciupercă		15%	Buncăr, jgheab, magazin	
8	Obiecte cu cavități		8%	Buncăr, suspendare fir, jgheab, magazin, paletă	
9	Obiecte cu forma compusă		9%	Paletă, container	
10	Obiecte masive		16%	Paletă, container	
11	Obiecte sferice		0,01%	Buncăr, jgheab, magazin	
12	Obiecte lungi		1%	Buncăr, magazin, paletă	în formă de colac

2.2.4. Palete

Paletele sunt depozite staționare, compuse din locașuri situate într-un plan, în care sunt așezate piesele depozitate și transportate. Paletele au forme dreptunghiulare, circulare sau sectoare circulare, Fig.2.12.

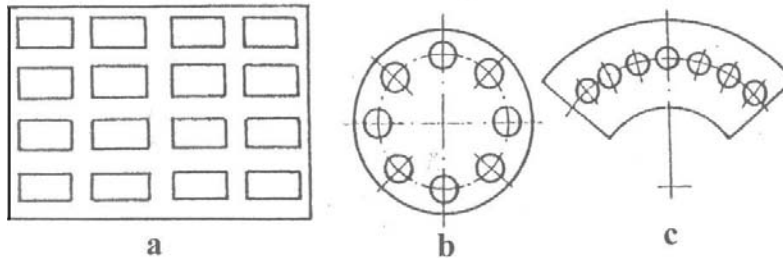


Fig.2.12.

Dacă locașurile paletii conțin m linii și n coloane, numărul obiectelor depozitate este:

$$Q = m \cdot n \quad 2.5$$

2.2.5. Container

Containerul este un depozit staționar, compus dintr-o matrice spațială de locașuri, dispuse într-un volum dat. Se poate considera containerul ca un pachet de palete, cu locașuri susținute de o structură de rezistență adecvată, Fig.2.13. În unele cazuri, locașele sunt formate de obiectele depozitate anterior, Fig.2.14.

Numărul obiectelor depozitate se calculează cu relația:

$$Q = m \cdot n \cdot p \quad 2.6$$

în care; p -numărul de plane depozitate în container.

În Tabelul 2.2. se prezintă schemele de depozitare cu structură spațială cu locașuri în care se depozitează palete și containere cu obiecte pregătite pentru manipulare.

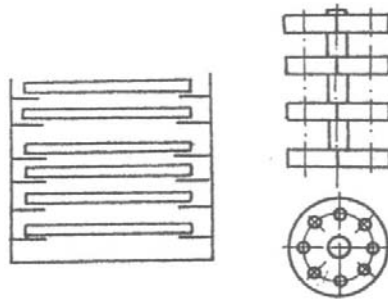


Fig.2.13



Fig.2.14

2.2.6. Sisteme de depozitare

În sistemele de fabricație flexibilă automate, depozitarea și regăsirea obiectelor aflate în depozite este o problemă esențială. Funcția de depozitare și de regăsire a obiectelor prezintă o facilitate intitulată "*Automated Storage and Retrieval System*", (ASRS) care are un rol integrator al întregului sistem CIM, din punct de vedere al coordonării fluxului de materiale cu cel informațional.

Un sistem automat de depozitare și regăsire are câteva componente esențiale:

- **depozitul** cu structurile de susținere și mijloace (palete și containere) în care sunt depozitate obiectele;
- **utilaje de manipulare** (electrocare, stivuitoare, macarale, macarale stivuitoare, roboți de

depozit), cu ajutorul cărora se realizează transferul;

- **sistemul de comandă** al depozitului automat.

Ca orice sistem, depozitul are schema bloc din Fig.2.15. cu intrări și ieșiri ce constituie mișcările de obiecte și transmiterile de informații.

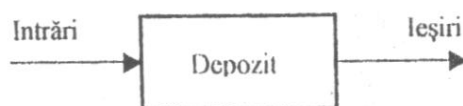


Fig.2.15.

Scopul depozitului este de a egaliza diferențele dintre intrări și ieșiri și care pot fi de: timp, cantități, sorturi, locale.

- Diferențele de timp trebuie egalizate deoarece intrările în depozite se fac în anumite momente iar ieșirile la alte momente, fapt pentru care depozitele sunt considerate dispozitive de transfer în timp.
- Egalizarea diferențelor de cantități sunt necesare deoarece între cantitățile de obiecte intrate și cele ieșite, într-un interval de timp există diferențe. În acest sens depozitul joacă un rol de tampon. Din punct de vedere al destinației, depozitele pot fi: **tampon, tehnologice, speculative**.

După starea materialelor, depozitele pot fi pentru depozitare în bucăți (în stare ordonată), în vrac (stare neordonată), pentru fluide, pentru materiale sub formă de pulbere și se disting după rolul îndeplinit:

- **depozite de aprovizionare** destinate prelucrărilor ulterioare;
- **depozite intermediare**, necesare pentru depozitarea obiectelor între diferite faze ale procesului de producție;
- **depozite de vânzare**, destinate produselor finite supuse vânzărilor.

După natura obiectelor, depozitele pot fi pentru:

- **materii prime și componente;**
- **produse neterminate;**
- **produse finite;**
- **materiale auxiliare;**
- **ambalaje;**
- **deșeuri.**

În regim ASRS nu funcționează depozitele de **materiale auxiliare**, de **ambalaje** și **deșeuri**.

După tipul obiectelor, depozitul poate fi central sau distribuit. Depozitul este denumit **central**, atunci când toate obiectele de aceeași categorie se depozitează într-un singur sistem. Cu excepția depozitelor intermediare și cele de producție neterminate, celelalte depozite prezentate sunt în regim de depozite centrale. Depozitele centrale au anumite avantaje:

- se pot depozita mai multe sorturi de mărfuri;
- suprafața depozitului central și costurile de funcționare sunt mai reduse;
- capitalul imobilizat este mai redus decât la depozitele distribuite cu aceeași capacitate;
- automatizarea este mai simplă.

Dezavantajele depozitelor centrale:

- suprafețe mari de depozitare cu clădiri speciale scopului propus;
- drumurile depozitului sunt lungi;
- timpii de deservire sunt mari;
- sunt tendințe de formare a unor zone private, după interesul unor operatori.

Depozitul distribuit este atunci când obiectele de aceeași categorie se depozitează în mai multe zone și sunt, de regulă, depozite intermediare și de produse neterminate.

Avantajele depozitelor distribuite:

- se corelează mai bine cu locurile de muncă care le utilizează;
- distanțele sunt mai scurte, cu timpi de deservire mai mici;
- suprafețele ocupate sunt mai mici și pot primi o altă destinație în caz de reorganizare.

Dezavantajele depozitelor distribuite:

- existența mai multor depozite distribuite poate crea o **redundanță**, adică obiecte de aceeași categorie să fie depozitate în mai multe locuri;
- organizare mai complicată, cu un personal mai numeros;
- supraveghere mai dificilă;
- automatizare costisitoare cu dificultăți de organizare.

Intrările și ieșirile din depozite sunt continue sau discrete. Depozitele pot fi: cu intrări și ieșiri discrete; cu intrări discrete și ieșiri continue; cu intrări continue și ieșiri discrete; intrare și ieșire continuă.

Aranjarea depozitelor depinde de sistemele de fabricație precum și de modul de aducere /extragere robotizată sau cu alte mijloace, Fig.2.16.

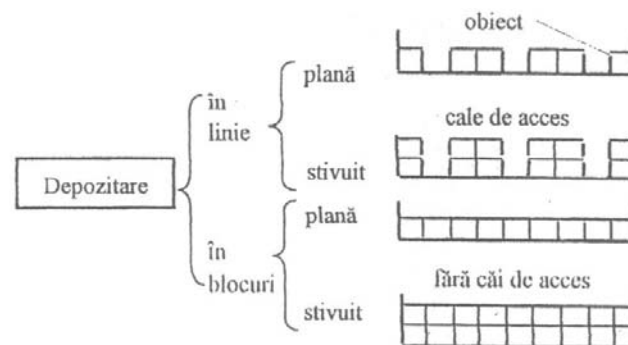
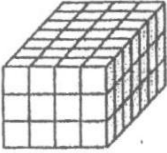
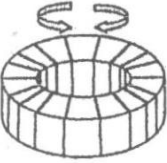
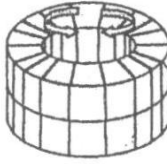
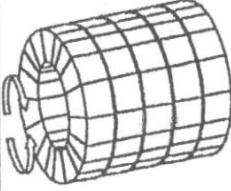


Fig.2.16

Tabelul 2.2

Caracterizarea sistemului de depozitare după modul de grupare a locurilor de depozitare	Exemplu de formă constructivă	Caracterizarea accesului	Caracterizarea capacității și utilizarea spațiului
1 Structură liniară organizată: <ul style="list-style-type: none"> • orizontal • vertical • circular • elicoidal 		primul intrat /primul ieșit primul intrat /ultimul ieșit	-capacitate: medie -utilizarea spațiului: medie
		primul intrat /primul ieșit primul intrat /ultimul ieșit	-capacitate: medie -utilizarea spațiului: redusă
2 Structură de depozitare cu rafturi organizată într-un plan: <ul style="list-style-type: none"> • vertical • orizontal 		acces la alegere (liber)	-capacitate: medie -utilizarea spațiului: medie
		acces la alegere (liber)	-capacitate: medie -utilizarea spațiului: redusă

Tabelul 2.2 continuare

3 Sistem de depozitare spațial organizat în sistem bloc (în planuri suprapuse)		acces liber pentru alveolele exterioare primul intrat /ultimul ieșit	-capacitate: mare -utilizarea spațiului: bună
4. Sistem de depozitare circular într-un plan organizat cu axă de rotație verticală		acces la alegere (liber)	-capacitate: mică -utilizarea spațiului: redusă
5 Sistem de depozitare în structură circulară în planuri suprapuse organizat cu axa de rotație:		acces la alegere (liber)	-capacitate: mică medie -utilizarea spațiului: redusă
		acces la alegere (liber)	-capacitate: mică medie -utilizarea spațiului: redusă

În Tabelul 2.2. se prezintă schema unui sistem de depozitare cu structura dezvoltată în spațiu, cu locașuri în care se depozitează palete sau containere cu obiecte pregătite pentru manipulare. După scopul organizării, depozitele tampon pot avea caracter de depozit de rezervă (stocare), depozit de decuplare la căderi accidentale și depozit de compensare (echilibrare).

Principalele forme constructive ale depozitelor sunt independente de cele trei funcțiuni ale depozitelor. Diferențierea este dată de posibilitatea de acces la toate obiectele stocate, după următoarele reguli:

- primul intrat/ primul ieșit;
- primul intrat/ ultimul ieșit;
- acces la alegere.

Principiul schemei de acces se prezintă în Tabelul 2.3., iar în Tabelul 2.4. se prezintă o clasificare a tipurilor de obiecte cu indicarea dispozitivelor utilizate ca depozite și ponderea lor în activitățile de manipulare în construcția de mașini, cu formele date în Tabelul 2.1.

Tabelul 2.3

Schema principiului de acces	Caracterizare
	<ul style="list-style-type: none"> • ordinea depozitării în ordinea sosirii • ordinea extragerii în ordinea depozitării
	<ul style="list-style-type: none"> • ordinea depozitării în ordinea sosirii • ordinea extragerii inversă ca ordinea depozitării
	<ul style="list-style-type: none"> • ordinea depozitării nu depinde de ordinea sosirii • ordinea extragerii nu depinde de ordinea de depozitare și de cea a sosirii

Tabelul 2.4

Tipul obiectelor	Ponderea în construcția de mașini	Dispozitivul utilizat ca depozit
Obiecte care se pot agăța	18%	suspendare pe fir, magazin
Obiecte plane (plate)	22%	buncăr, jgheab, magazin
Obiecte cilindrice	7%	buncăr, jgheab, acumulator, puț, magazin, paletă, container
Obiecte prismatice	3%	buncăr, jgheab, magazin, paletă, container
Obiecte conice	0.5%	buncăr, jgheab, magazin
Obiecte piramidale	0.003%	buncăr, jgheab, magazin
Obiecte tip ciupercă	15%	buncăr, jgheab, magazin
Obiecte cu cavități	8%	buncăr, suspendare pe fir, jgheab, magazin, paletă
Obiecte cu formă complexă	9%	paletă, container
Obiecte masive	16%	paletă, container
Obiecte sferice	0.01%	buncăr, jgheab, magazin
Obiecte lungi (în formă de colac)	1%	buncăr, magazin, paletă

2.3. Structuri de susținere fixe și mobile pentru depozite

Structurile fixe pentru depozite sunt cel mai mult utilizate sub formă de rafturi. Ele sunt realizate din sisteme mecanice prevăzute cu locașuri în care se depozitează obiectele, izolate sau grupate pe palete sau în containere. Fiecare structură de raft are atașat un sistem de referință iar locașurile sunt considerate ca elemente ale unei matrice. Precizarea unui locaș presupune indicarea coordonatelor sale. Coordonatele pot fi carteziene, $Oxzy$, Fig.2.17. sau cilindrice, $Oz\varphi h$, Fig.2.18.

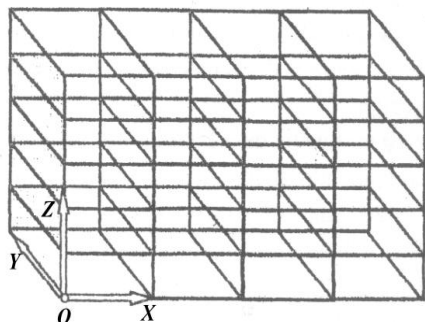


Fig.2.17.

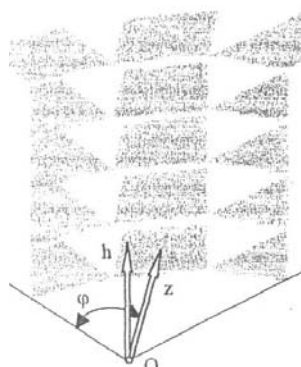


Fig.2.18.

Când obiectele nu se pot depozita în rafturi cu palete se utilizează structuri speciale, cum ar fi rastelurile pentru țevi și profile laminatate, Fig.2.19. sau casete (containere) care sunt cutii paralelipedice, Fig.2.20. în care se depozitează unul sau mai multe obiecte, Aceste containere sunt autoportante și se pot stivui.

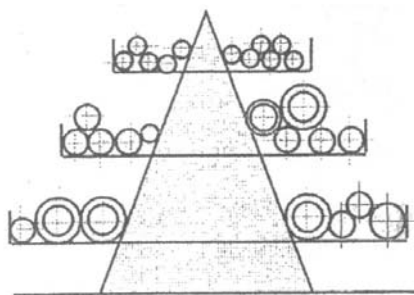


Fig.2.19.

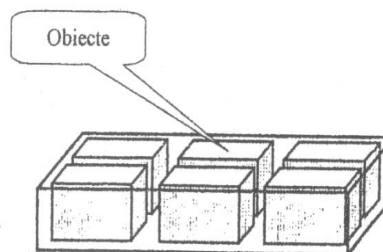


Fig.2.20.

Depozitarea în **structuri mobile** se face în rafturi rotitoare, Fig.2.21., sau în rafturi care se pot transla, Fig.2.22. Raftul rotitor are un ax central susținut de un pivot. Mișcarea este manuală sau cu acționare electrică iar raftul cu mișcare de translație este montat pe un șasiu cu roți care se deplasează pe șine, antrenat de regulă, cu un transportor cu lanț amplasat sub suprafața de depozitare.

Sunt și rafturi mobile cu recirculație, pe mai multe nivele cu deplasare pe verticală, realizată cu ascensoare, Fig.2.23.

O structură similară, se utilizează pentru depozitarea paletelor, Fig.2.24., unde locașurile de depozitare sunt montate pe o bandă transportoare cu doi tamburi a căror axe sunt conținute într-un plan vertical cu recircularea paletelor între două nivele.

În Fig.2.25. se prezintă o structură mobilă cu străbaterea rafturilor prevăzute cu o cale

cu role pe care se deplasează paletetele.

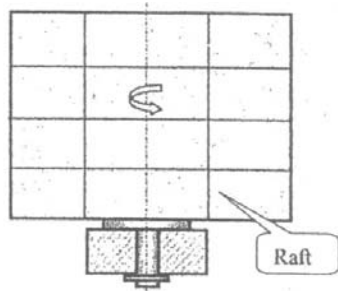


Fig.2.21.

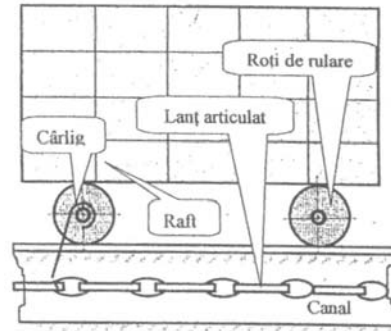


Fig.2.22.

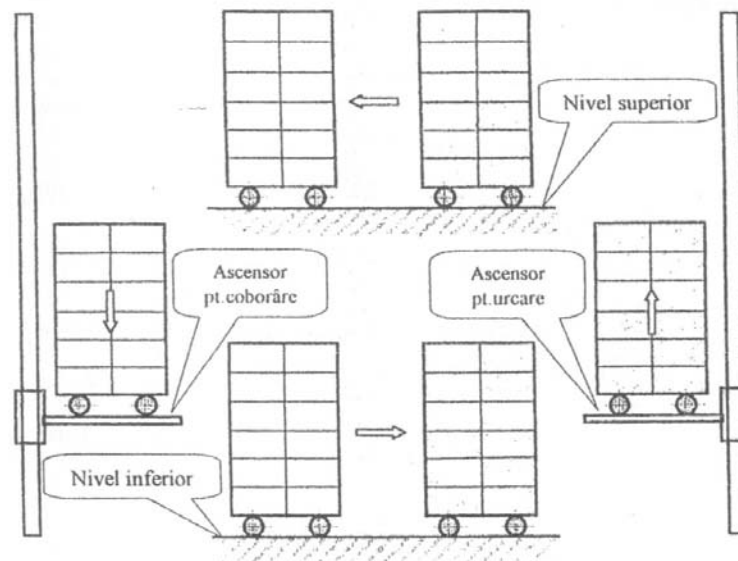


Fig.2.23.

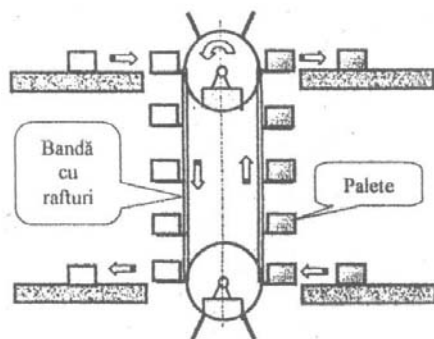


Fig.2.24.

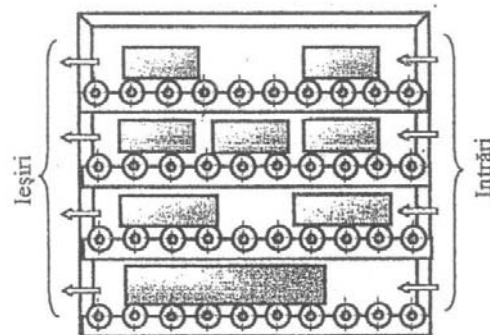


Fig.2.25.

Pentru deservirea depozitelor automatizate se folosesc roboți de depozite “Direct Acces Handler” (DAH). Accesul direct se referă la accesul robotului la rafturile cu palete.

Depozitele pot fi deservite de roboți obișnuiți, cu condiția să aibă structuri adecvate depozitelor respective.

2.4.Comanda și conducerea depozitelor automate.

Automatizarea implică existența subsistemelor de acționare și de comandă.

Funcțiile subsistemului de comandă al depozitului automatizat sunt:

- **evidența obiectelor** existente în depozit cu indicarea locului de depozitare;
- **comanda roboților**;
- **autoorganizarea**, care este capacitatea depozitului de a realiza în mod automat, modificări în modul de dispunere al obiectelor, astfel încât, operațiile de introducere / scoatere a obiectelor din depozit, să se realizeze în timpul minim posibil.

Funcțiile subsistemului de conducere implică adoptarea unei strategii de conducere care se referă la ce **mărfuri** (obiecte, palete, containere) se introduc în depozit și în ce ordine.

Prin **strategia de conducere a unui depozit automat** se înțelege un set de reguli denumite **reguli de conducere** pe baza cărora se întocmesc programele de comandă. Acestea se bazează pe funcția de evidență a depozitului și anume pe subfuncția de avertizare, că o anumită marfă este în cantități prea mari sau prea mici în depozit. Extragerea mărfurilor din depozit se realizează prin **comisionare**, care poate fi:

- **pe comandă**, când se extrag din depozit deodată toate obiectele necesare pentru executarea unei comenzi;
- **de timp**, când se extrag obiectele necesare pentru producție într-un timp definit.

Principiul “ **just in time**” impune ca operațiile de introducere, respectiv, de extragere să se realizeze cât mai frecvent.

Regulile de alocare stabilesc unde se depozitează o anumită marfă astfel:

- obiectul se depozitează în locașul liber cel mai apropiat, adică în zona de acces a dispozitivului de captare a obiectelor, paletelor, containerelor din depozit;
- obiectul cel mai greu/cel mai mare se depozitează în locașul ce mai apropiat;
- obiectul cel mai solicitat pentru extragere se depozitează în locașul cel mai apropiat.

În mod rațional se combină cele trei reguli prezentate. Fiecărui obiect i se atribuie un indice “CPO” (cube per order). Indicele se calculează raportând volumul obiectului la numărul de comenzi de extragere din depozit într-un interval de timp.

$$CPO = \frac{\text{volum}}{\text{numar de comenzi}} \quad (2.7)$$

Obiectele cu indicele CPO cel mai mare vor fi așezate cel mai departe de locul de intrare / ieșire.

Regulile de conducere a depozitelor se deosebesc și după natura depozitului.

Se înțelege prin cursă dublă, drumul parcurs de robotul de depozit între două **veniri** la dispozitivul de aducere evacuare din depozit.

Există două reguli de conducere a robotului de depozit pentru depozite centrale. Regula “**jocului simplu**” prevede că în decursul unei curse duble a robotului de depozit (o intrare și o ieșire în/din coridorul dintre structurile de depozitare) se introduce sau se scoate o singură paletă în/din depozit. Jocul simplu poate fi cu și fără prioritate.

Jocul simplu fără prioritate înseamnă că paletele se introduc în ordinea în care au sosit și se scot în ordinea dată de timpul în care s-a cerut extragerea lor din depozit.

Jocul simplu cu prioritate înseamnă, că pentru anumite comenzi de produse, paletele se introduc sau se scot din depozit cu prioritățile stabilite de programul automat de comandă al acestuia.

Regula „ **jocului dublu**” sau multiplu înseamnă că la o cursă dublă a robotului se introduc, respectiv, se scot în/din depozit două sau mai multe palete.

Jocul dublu este organizat în regim de comisionare, pe principiul “ comis voiajor” care tinde să minimizeze timpii deplasărilor robotului între locașuri.

De exemplu, un **joc dublu** pe principiul **comis voiajor** prevede vizitarea, de către robot, a locașurilor marcate cu x din partea inferioară a raftului la un sens de mers și a celor din partea superioară la sensul contrar de deplasare, Fig.2.26.

NFS. Începutul tranzacției 1 este cel mai apropiat de punctul de origine **0**, și se va executa prima dată. Începutul tranzacției 3 este mai aproape de sfârșitul tranzacției 1 și deci se va executa tranzacția 3 înaintea tranzacției 2. Graficul **III**, ilustrează regula ShFS în care tranzacția 2 presupune deplasarea cea mai scurtă a robotului și prin urmare ea se va executa prima. Tranzacția 3, fiind mai scurtă decât 1 va continua eliberarea înaintea tranzacției 1.

Traseul parcurs de robot este mai mare sau mai mic în funcție de regula aplicată.

Pentru optimizarea comenzii se cercetează funcționarea depozitului într-un interval de timp și se alege regula de succesiune a tranzacțiilor care asigură lungimea cea mai mică a traseului parcurs de către DAH și cea mai mică durată totală a tranzacțiilor.

Caracterizarea unui depozit automat este dată de randamentul utilizării spațiului ca depozit, cu valori recomandate:

- 30% - depozitare în bloc pe un singur rând;
- 18% - depozitare în rafturi până la înălțimea de 5 metri;
- 29% - depozitare în rafturi până la înălțimea de 12,5 m;
- 34% - depozitare în rafturi până la înălțimea de 25 m;
- 25% - depozit mobil cu trecere prin raft cu înălțimea de până la 5 m;
- 38% - depozit mobil cu trecere prin raft cu înălțimea până la 25 m.

Randamentul de utilizare se calculează cu relația:

$$\eta_U = \frac{\sum V_i \cdot N_i}{V_d} \quad (2.8)$$

în care: V_i - volumul unități de ordin i , depozitate izolat, în paltă sau container;

N_i - numărul de unități i depozitate;

V_d - volumul depozitului (suma volumelor locașurilor).

Costul depozitelor se exprimă în funcție de costul pe locaș.

Avantajele sistemelor automate de depozitare sunt:

- Structura depozitelor automate este aceeași indiferent de fluxurile tehnologice în care se desfășoară procesul de fabricație;
- Structura depozitelor automate se poate schimba în funcție de necesități, prin adăugare de componente sau prin schimbarea/reemplasarea componentelor;
- Facilitatea sistemului de comandă realizată centralizat ușurează integrarea subsistemelor de fabricație din cadrul hipersistemului CIM din punctul de vedere al fluxului de materiale, deoarece depozitele automate dirijează tocmai acest flux.

Prin funcția de evidență a depozitelor automate se dispune în orice moment de o evidență clară a tuturor obiectelor care sunt în fluxul de materiale al hipersistemului CIM.

2.5. Dispozitive și elemente de captare extragere din depozit

Dispozitivele și elementele de captare/extragere îndeplinesc funcția aducătoare al cărei conținut este extragerea obiectului și punerea lui la dispoziție în vederea manipulării ulterioare. Ele îndeplinesc, în mod frecvent, funcții multiple, cum ar fi: depozitare, transfer, dozare, separare, ordonare.

După modul de funcționare, dispozitivele de captare /extragere (DC/E) se grupează astfel:

- DC/E cu împingător;
- DC/E cu colector;
- DC/E cu sertar;
- DC/E cu vibrații.

Dispozitivele de captare/extragere cu împingător se caracterizează prin mișcarea de împingere de translație și rotație, continuă sau alternativă, prezentate în Fig.2.28 și 2.29. În Fig.2.28a, elementul de împingere **E** execută o translație alternativă, prin care obiectul **O** este

scos din acumulatorul A , de tip puț și evacuat prin orificiul de captare OR . Mecanismul de antrenare asigură oprirea împingătorului cu locașul L , pe direcția acumulatorului, de unde prăia obiectul și-l deplasează în poziția de evacuare. Durata de staționare trebuie calculată să asigure căderea obiectului din acumulator, respectiv din locaș în orificiul de evacuare, cu relația:

$$t[s] = (1,1 \dots 1,2) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad (2.9)$$

unde: h – înălțimea obiectului, g – accelerația gravitațională.

În Fig.2.28b. dispozitivul are același principiu de funcționare, cu respectarea condițiilor de trecere a obiectului de formă sferică prin canalul de ghidare, date de relațiile:

$$s \geq \frac{d}{2}; H - d = (1,2 \dots 1,3) \cdot \Delta d \quad (2.10)$$

în care; d – diametrul obiectului, Δd - toleranța dimensiunii d .

Mișcarea împingătorului E , poate fi de translație sau de rotație cu axa verticală, ca în Fig.2.29., unde împingătorul este prevăzut cu locaș sub formă de cuib de orientare, selectând și preluând numai piese în formă de ciupercă orientată cu partea mare în sus. În acest caz, dispozitivul are și funcția de ordonare, preluând numai acest tip de piese.

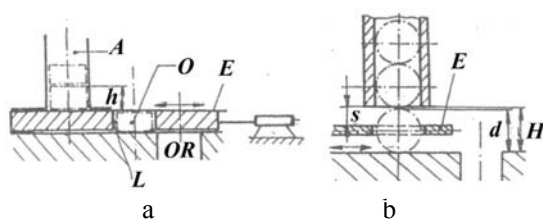


Fig.2.28.

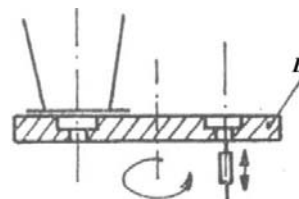


Fig.2.29.

Dispozitivul de captare poate fi cu axul orizontal, Fig.2.30. având o mișcare de rotație cu preluarea obiectelor din buncăr (a) sau din acumulator puț (b), sau cu mișcare de oscilație Fig.2.31., din acumulator puț (a) sau pan înclinat (b).

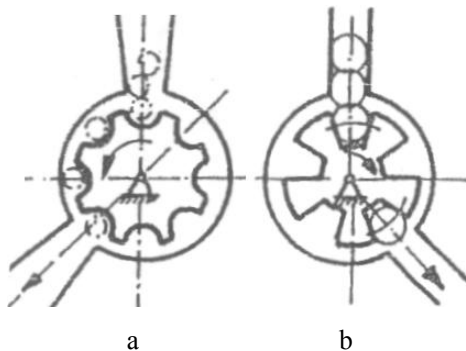


Fig.2.30.

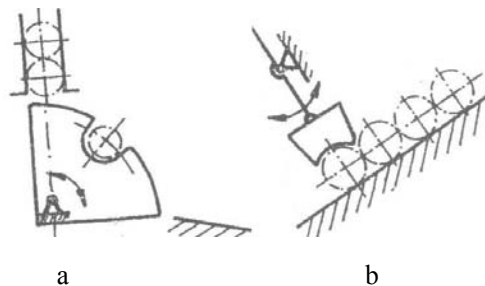


Fig.2.31.

În Fig.2.32a se prezintă un dispozitiv de captare cu evacuarea obiectelor printr-un tub solidar cu împingătorul cu mișcare alternativă de translație pe verticală, iar în Fig.2.32b, obiectul este evacuat prin ridicare și evacuare, prin tubul T din partea superioară, unde este reținut de clichetii C_1 , C_2 . Și aici dispozitivul mai realizează și funcția de ordonare.

Dispozitivele de captare/extragere cu colector îndeplinesc funcții multiple, prezentate în Fig.2.33a și b, de captare rotativă cu axul vertical în poziție centrală. Obiectele captate se elimină prin colectorul coaxial cu axa de rotație a buncărului.

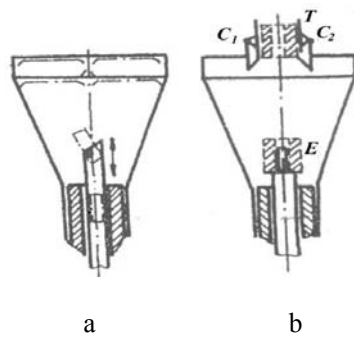


Fig.2.32.

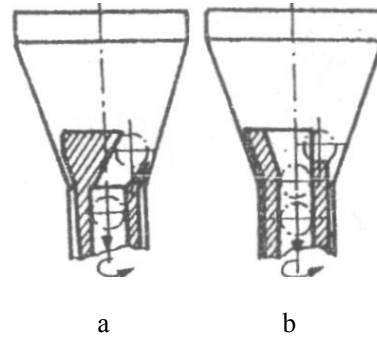


Fig.2.33.

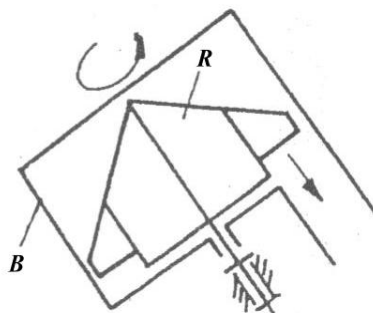


Fig.2.34.

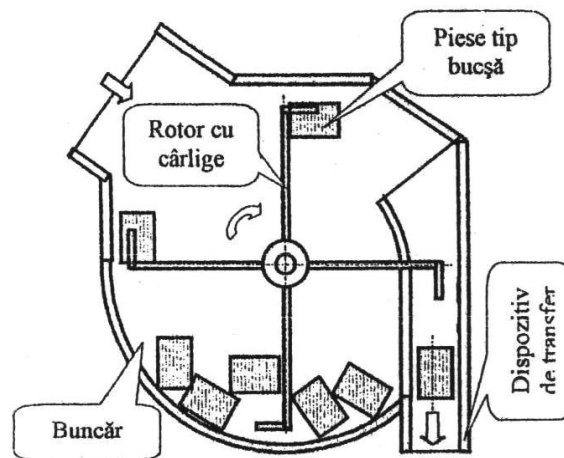


Fig.2.35.

Dispozitivul din Fig.2.34. captează obiectul cu ajutorul rotorului cu palete profilate în funcție de geometria obiectelor. Numărul paletelor depinde de mărimea obiectelor și de numărul de obiecte ce trebuie scoase la o rotație.

În fig.2.35. se prezintă un dispozitiv de captare prevăzut cu cârlige colectoare care se rotesc în buncăr și captează obiectele aflate într-o poziție favorabilă colectării și evacuată prin gravitație printr-un tub vertical.

Dispozitive de captare /extragere cu vibrații, Fig.2.1f, realizează captarea și evacuarea obiectelor prin vibrații generate în buncăr. Principiul de funcționare este asemănător cu cel aplicat la transportoarele vibrante, unde se prezintă pe larg funcționarea lor.

3. Dispozitive și elemente de ordonare

3.1. Funcția de ordonare, gradul de dezordine al unei formații de obiecte

Dispozitivele (elementele) de ordonare realizează funcția de ordonare, adică, aranjarea obiectelor de manipulat într-o formație în poziții, relative, bine determinate prin orientarea obiectului după punctul caracteristic, dreapta caracteristică și dreapta auxiliară.

O formație de obiecte manipulate este **ordonată** dacă punctele caracteristice ale acestora se află la distanța minimă permisă de configurația geometrică, iar dreptele caracteristice și cele auxiliare sunt paralele sau în prelungire. Se mai definește ordonarea, ca ocuparea de către obiect a unei poziții bine determinată în raport cu un reper anumit.

Orientarea, este poziționarea dreptei caracteristice și a celei auxiliare după direcții și sensuri impuse. Dacă geometria obiectului o permite, cel puțin una dintre aceste drepte se alege astfel încât ea să fie o axă de simetrie a obiectului.

Ordonarea ca activitate constă din mulțimea operațiilor prin care se asigură ca obiectul să aibă o anumită situație (poziție/orientare). Poziția și orientarea obiectului, situarea sa, în raport cu sistemul de referință atașat dispozitivului de ordonare se poate exprima și prin matricea de situație:

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & p_x \\ n_y & O_y & a_y & p_y \\ n_z & O_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{ccc|c} \bar{n} & \bar{o} & \bar{a} & \bar{p} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \quad (3.1)$$

în care; $\bar{p} = \{p_x, p_y, p_z\}^T$ este vectorul de poziție al obiectului manipulat față de sistemul de referință atașat dispozitivului de ordonare, Fig.3.1.

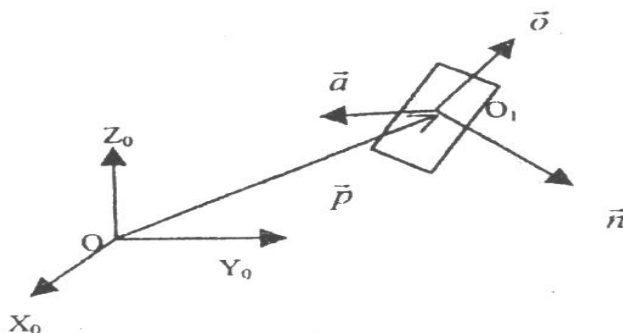


Fig.3.1.

Sistemul de referință atașat obiectului manipulat, $O_1X_1Y_1Z_1$, este definit de trei versori, $\vec{a}, \vec{o}, \vec{n}$ cu componentele:

$$\vec{a} = \{a_x, a_y, a_z\}^T; \vec{o} = \{o_x, o_y, o_z\}^T; \vec{n} = \{n_x, n_y, n_z\}^T,$$

- \vec{a} este versorul de apropiere și are ca direcție dreapta caracteristică,
- \vec{o} este versorul de orientare și are ca direcție dreapta auxiliară,
- $\vec{n} = \vec{o} \times \vec{a}$ este versorul ce definește baza ortonormală.

Se numește **grad de dezordine**, al unei formațiuni de obiecte manipulate, numărul maxim de parametri cinematici ai unui obiect care trebuie modificați pentru a aduce toate obiectele manipulate în stare ordonată și la care se adaugă câte o unitate pentru fiecare caz când dreapta caracteristică sau cea auxiliară sunt axe de simetrie. Prin urmare, gradul maxim de dezordine este $8=6+2$.

Din punctual de vedere al funcției de ordonare, probabilitatea de așezare a obiectului manipulat pe o suprafață oarecare de sprijin este importantă. În cele mai multe cazuri se utilizează ordonarea sub acțiunea gravitației. Prin urmare se studiază acest tip de ordonare pentru obiecte în cădere liberă, pe o suprafață dată și în cădere pe suprafețe de ghidare.

Gradul de dezordine U , caracterizează dificultatea realizării procesului de ordonare dependent de geometria și distribuția masei obiectelor ce urmează a fi ordonate. El este dependent de numărul posibilităților de poziționare reciprocă a pieselor.

Pentru estimarea gradului de dezordine, U , se ia în considerare numărul coordonatelor liniare ce dau poziția punctului caracteristic și a coordonatelor unghiulare ce dau pozițiile dreptelor principale și auxiliare. Pentru un obiect cilindric, plin și omogen, aflat într-un puț, numai coordonata z este cea care dă poziționarea reciprocă a pieselor și gradul $U=1$. În cazul în care obiectele cilindrice, analizate mai sus, se găsesc pe un plan orizontal, poziționarea reciprocă relativă, este dată de coordonatele liniare ale punctului caracteristic și de coordonata unghiulară a dreptei auxiliare, situație în care $U=4$.

Când se analizează problema spațială de ordonare a unei formațiuni de obiecte cilindrice căzute, pe un plan orizontal, gradul de dezordine devine, $U=5$.

Gradul maxim se poate exprima, pentru o mulțime de piese geometrice și fizice identice, cu relația :

$$U = W + S + C \quad (3.2)$$

în care;

- W – numărul coordonatelor unghiulare care definesc poziția relativă a obiectelor (cu valorile: 0 pentru sfere, 2 pentru cilindri, 3 pentru restul de forme).
- S – numărul fețelor inegale ale obiectului.
- C – constantă dată de distribuția impusă de legături obiectelor (0 pentru obiecte atârinate, 1 pentru obiecte distribuite în linie, 2 pentru obiecte distribuite pe suprafețe, 3 pentru obiecte distribuite spațial).

Valoarea gradului de dezordine corespunde cu măsurile necesare pentru ordonarea într-o poziție dorită. Pentru $U=3$, sunt necesare trei procese de ordonare. Pentru trei procese de ordonare sunt necesare trei elemente (șicane) de ordonare sau două, în funcție succesiunea măsurilor de ordonare vor rezulta și numărul șicanelor.

3.2. Probabilitatea de ordonare a obiectelor

Se definește probabilitatea de ordonare ca un raport între numărul obiectelor care se ordonează favorabil și numărul posibil de piese participante la procesul de ordonare. Experimental, probabilitatea de ordonare se determină astfel: se lasă, în cădere pe o suprafață plană, un număr mare de piese după care se numără piesele care ocupă aceeași poziție.

Teoretic, probabilitatea de ordonare, a unui număr mai mare de piese identice care cad liber pe un suport orizontal, în ipoteza că pozițiile de ocupat sunt distribuite uniform, se determină probabilistic. Un obiect poate avea orice poziție în raport cu o suprafață plană, vârful vectorului de greutate descrie, ca loc geometric, o sferă cu centrul în centrul de greutate al obiectului. Muchiile care separă suprafețele obiectului sunt curbele directoare ale unor pânze conice, cu vârful în centrul de greutate. Aceste pânze conice intersectează sfera, loc geometric al vârfului vectorului de greutate, determinând pe aceasta calote de arie bine definită S_1 . În cazul în care vectorul de greutate se află în interiorul unui astfel de con, momentul de răsturnare, la contactul dintre obiect și suprafața de sprijin, va determina ocuparea poziției corespunzătoare așezării pe suprafața bazei conului.

Probabilitatea de ocupare a acestei poziții, de către obiect, este egală cu raportul dintre aria S_1 și aria sferei S .

$$P_1 = \frac{S_1}{S} \quad (3.3)$$

Pentru obiectele cilindrice, pline și omogene, Fig.3.2., probabilitatea de așezare pe suprafața cilindrică este:

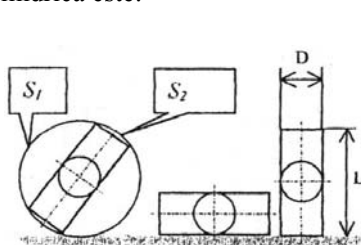


Fig.3.2.

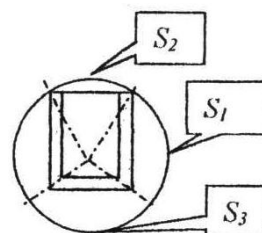


Fig.3.3.

$$P_1 = \frac{S_1}{S} = \frac{\frac{L}{D}}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{D}\right)^2}} \quad (3.4)$$

iar cea de așezare pe oricare din celelalte suprafețe plane frontale, este:

$$P_2 = 1 - P_1 \quad (3.5)$$

În Fig.3.3., se prezintă așezarea unui cilindru gol, pentru care calculul probabilității este asemănător cu cel prezentat mai sus, fără considerarea comportamentului dinamic care diferă de la caz la caz. Acest comportament se determină experimental în funcție de înălțimea de cădere, rigiditatea suportului și alte efecte perturbatoare.

3.3. Principiile constructive ale dispozitivelor de ordonare

Dispozitivele de ordonare au ca funcție, de aducere/evacuare, realizarea automată a unei formații de obiecte ordonate. Ordonarea se obține în următoarele moduri:

- dreptele caracteristice și auxiliare ale obiectelor din formație sunt în prelungire sau paralele, Fig.3.4a și b;
- punctele caracteristice sunt în poziția cea mai apropiată, Fig.3.4b.

Ordonarea se realizează, de regulă, în mai multe etape: preordonare, ordonare propriu-zisă. Dispozitivele (elementele) care lucrează *prin selectare* rețin dintr-un flux de obiecte manipulate numai pe cele orientate corect și elimină pe cele care au o orientare greșită, iar dispozitivele care lucrează *prin schimbarea orientării*, modifică direcția dreptelor caracteristice și auxiliare a obiectelor manipulate cu orientare greșită, în fluxul de obiecte.

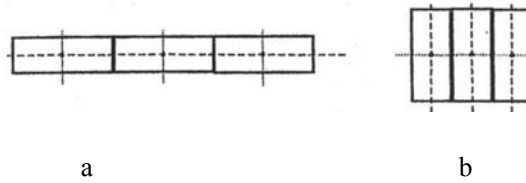


Fig.3.4.

După cum se poate constata, aceste dispozitive realizează apropierea punctelor caracteristice, ale obiectelor manipulate, până la distanța minimă posibilă, realizând **reglajul dimensional**.

Din punct de vedere constructiv, dispozitivele de ordonare lucrează, fie folosind forma geometrică și forța gravitațională, fie utilizează un mecanism sau energie **injectată** din exterior. O categorie specială de dispozitive de ordonare sunt cele **inteligente**.

3.3.1. Dispozitive/elemente de ordonare gravitaționale

Șicanele sunt elemente de ordonare care lucrează după principiul selectării, utilizând forma geometrică a obiectelor manipulate și forțele gravitaționale. Ele sunt materializate ca suprafețe sau orificii profilate practicate în jgheburile de acumulare/transport în vederea ordonării prin selectarea obiectelor care se deplasează prin jgheaburi.

În Fig.3.5. se prezintă o șicană practică în suprafața de sprijin a jgheabului, secțiunea A-A. Obiectele manipulate pot ocupa două poziții după preselecție a) și b). În momentul la care obiectul ajunge la șicană, poziția a) depășește șicana, iar cel din poziția b) alunecă prin șicană datorită forței gravitaționale care răstoarnă obiectul pe muchia m_A a șicanei. În Fig.3.5c se prezintă modelul mecanic al obiectului manipulate care alunecă și se răstoarnă în orificiul șicanei. Muchia m_A este reprezentată de cupla de rotație R și cea de translație T , iar obiectul de o bară de lungime l . Obiectul termină căderea în orificiu dacă centrul de greutate s-a deplasat pe verticală cu mărimea:

$$h + h' = \sqrt{l^2 - l_0^2} \quad (3.6)$$

Căderea are loc în timpul:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{l^2 - l_0^2}}{g}} \quad [s] \quad (3.7)$$

În acest timp, obiectul se deplasează în jgheab cu distanța d , care se calculează astfel:

$$d = \frac{1}{2}(g \cdot \sin \alpha) \cdot t^2 + v_0 \cdot t \quad (3.8)$$

în care; α - unghiul de înclinare a jgheabului față de orizontală, v_0 - viteza inițială atinsă la marginea șicanei.

În aceste condiții, obiectul poate să cadă dacă orificiul are dimensiunea $d' > d$.

În Fig.3.6. se prezintă o șicană pentru selectarea unor obiecte de tip ciupercă.

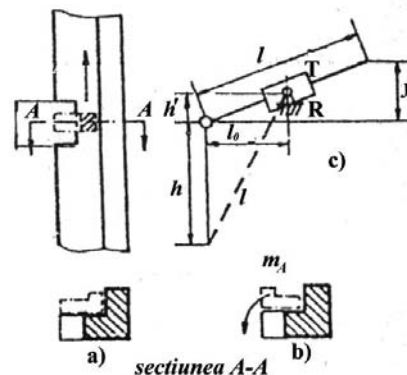


Fig.3.5.

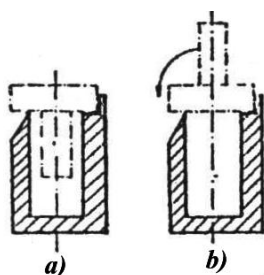


Fig.3.6.

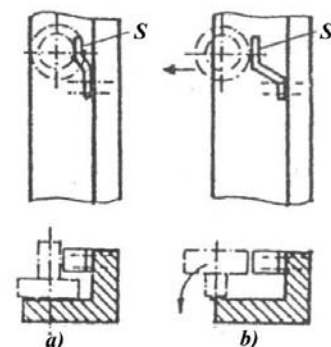


Fig.3.7.

În jgheab, obiectele pot ocupa două poziții *a*) și *b*), cu precizarea că cele din poziția *a*) sunt selectate iar cele din poziția *b*) sunt eliminate prin răsturnarea lor, pe muchia dispozitivului.

Șicana din Fig.3.7. ordonează tot obiecte de tip ciupercă, unde selectarea se realizează cu o renură montată pe jgheab. În poziția *a*) obiectul se sprijină pe jgheab cu **capul ciupercii** și este selectat, mergând mai departe. La poziția *b*), renura șicanei răstoarnă obiectul în afara jgheabului și cade sub acțiunea gravitației.

3.3.2. Dispozitive de ordonare cu modificarea orientării

Modificarea orientării obiectelor manipulate se realizează prin acțiunea forței gravitaționale, utilizând forma obiectului. În Fig.3.8. se prezintă mai mult situații prin care obiectul este ordonat în mod corespunzător, indiferent de orientarea lor.

În poziția *a*), se prezintă ordonarea unui obiect cilindric gol, care se așează pe un opritor ascuțit în așa fel încât centrul de greutate nu depășește vârful opritorului, situație în care obiectul se rotește sub acțiunea gravitației și cade în orificiul dispozitivului de ordonare.

În poziția *b*), obiectul se oprește pe vârful opritorului și cade în orificiul dispozitivului.

În poziția *c*), obiectul are o formă cu o parte mai grea care se află în față, situație în care obiectul cade în orificiul dispozitivului de ordonare.

În poziția *d*), obiectul este preselecat cu partea ușoară în față, situație în care obiectul se oprește și se rotește sub acțiunea gravitației pe muchia *M* a orificiului de ordonare.

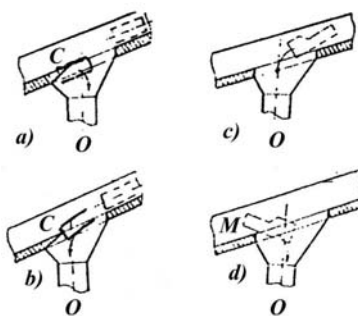


Fig.3.8.

Dispozitivul de ordonare din Fig.3.9. este un rotor, **R**, cu axa orizontală, compus din două discuri paralele, pentru schimbarea orientării obiectului de manipulat, de forma unui trunchi de con. El se poate deplasa, în tubul **T**, în poziția **a** sau **b**, apoi cade între cele două discuri unde forțele de frecare rețin obiectele și le orientează cu axa verticală și cu baza mică în partea de jos.

Datorită rotației rotorului, obiectele sunt deplasate și cad în tubul **T1**.

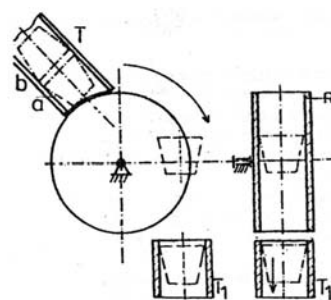


Fig.3.9.

În Fig.3.10. se prezintă dispozitivul de ordonare pentru piese de tip ciupercă care se rostogolesc după traiectorii circulare. Obiectele se deplasează în tubul **T**, în poziția **a** sau **b**, și cad pe planul înclinat **P**, apoi se rostogolesc spre jgheabul **a''** sau **b''** cu extremitatea de diametru mare înainte.

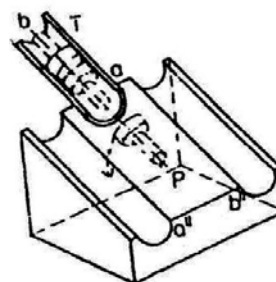


Fig.3.10.

Alte construcții de dispozitive de ordonare utilizează mecanisme pentru modificarea orientării obiectelor. În Fig.3.11., se prezintă principiul de funcționare și modelul mecanic al unui dispozitiv de ordonare cu un cârlig oscilant. Obiectele se deplasează pe jgheab în poziția **a** sau **b**, lovindu-se de extremitatea cârligului **C**, care se rotește în jurul unei axe orizontale. În cazul **a**, cârligul va agăța obiectul, îl întoarce și cade în spațiul **S**, cu capătul obturat înainte. În cazul **b**, capătul obturat se lovește de cârlig și cade în spațiul **S**, cu partea obturată înainte.

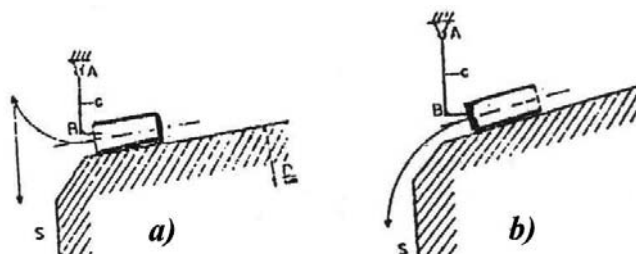


Fig.3.11.

3.3.3. Dispozitive de ordonare cu injecție de energie

Această categorie de dispozitive de ordonare lucrează după principiul selectării după forma geometrică a obiectelor și surse suplimentare de energie.

Dispozitivul din Fig.3.12. este compus dintr-un disc rotativ, **D**, prevăzut cu patru locașuri radiale. Obiectele manipulate se deplasează în tubul **T**, în poziția **a** sau **b**, și cad succesiv în locașurile din disc, sprijinindu-se pe o rama fixă. În rotația sa, discul trece din poziția **I** în poziția **II**,

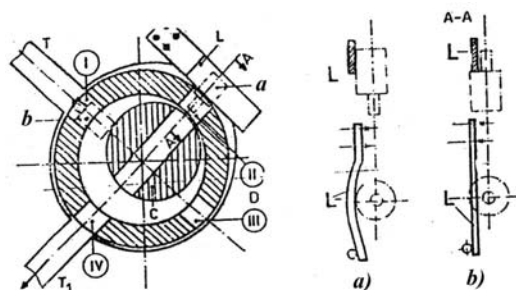


Fig.3.12.

iar obiectul este împins spre exterior de cama **C**.

Dacă obiectul are poziția inițială **a**, este reținut de lamela elastică **L**, și deplasat de către disc în poziția **IV** unde este evacuat în tubul **T1**, cu diametrul mare în față.

Dacă obiectul are poziția preselectată **b**, în dreptul lamelei ajunge obiectul cu diametrul

mic, fără deformația lamelei obiectul cade din poziția **II**, direct în tubul **T1**, cu diametrul mare în față.

În Fig.3.13. se prezintă un dispozitiv de ordonare la care selectarea se realizează cu jet de aer. În peretele jgheabului este prevăzută o diuză prin care trece un jet de aer care răstoarnă obiectul poziționat ca în Fig.3.13a. Obiectele poziționate ca în Fig.3.13b vor trece mai departe în vederea ordonării.

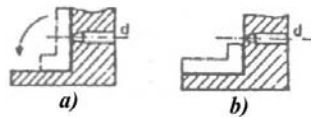


Fig.3.13.

3.3.4. Dispozitive de ordonare inteligente

Dispozitivele de ordonare *inteligente* fac parte din familia instalațiilor dotate cu *vedere artificială* și se tratează la cursuri de specialitate.

În principiu, obiectele sunt recunoscute ca formă, culoare și poziție de camere video. Informația digitală este preluată într-un circuit informatic, analizată cu un soft special, după care urmează o comandă automată de *captare* și *ordonare*.

3.4. Dispozitive/elemente de numărare și dozare

3.4.1. Dispozitive de numărare

Funcția de numărare este o funcție aducătoare în decursul căreia se determină numărul de obiecte care fac parte dintr-o anumită formație sau determină numărul de obiecte care se transportă printr-un punct al traseului într-un anumit interval de timp.

Dispozitivele de numărare – dozare realizează *funcția aducătoare de numărare dozare* a cărei conținut este determinarea numărului de obiecte dintr-o formație sau care trec printr-un punct al traseului de transfer, respectiv separarea unui număr sau cantitate de obiecte.

Numărarea se poate face în *mod direct* sau *indirect*. În mod direct se numără semnalele date de senzorii tactili atinși de fiecare obiect dintr-o formație în timpul deplasării lor sau se numără semnalele date de senzorii de proximitate activați de trecerea fluxului de obiecte. Principiul de funcționare al dispozitivelor de numărare directă se prezintă în Fig.3.14.

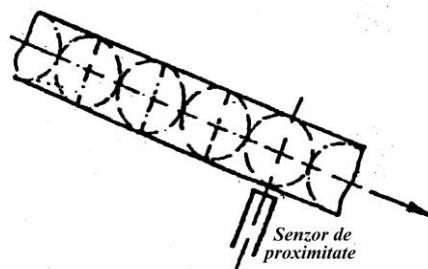


Fig.3.14.

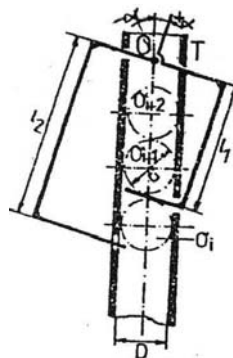


Fig.3.15.

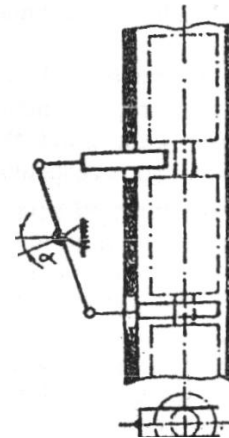


Fig.3.16.

Modul indirect se face prin intermediul ciclurilor cinematice executate de mecanismele dispozitivelor de transfer sau de separare într-un anumit interval de timp. În Fig.3.15. se prezintă un dispozitiv care realizează simultan cu separarea și numărarea, la fiecare oscilație cu unghiul $+\alpha$ se eliberează un obiect, iar atunci când ghearele oscilante ocupă poziția corespunzătoare unghiului $-\alpha$, se eliberează obiectul următor și coloana coboară cu un pas. Numărarea oscilațiilor va da numărul de obiecte eliberate. Pe baza notațiilor din Fig.3.15., se determină condițiile de funcționare:

$$\begin{aligned} l_2 &> l_1 + d \\ 2 \cdot \alpha \cdot l_2 &< D \\ 2 \cdot \alpha \cdot l_1 &> d/2 \end{aligned} \quad (3.9)$$

de unde rezultă;

$$\begin{aligned} \frac{D}{2 \cdot l_2} &> \alpha > \frac{d}{4 \cdot l_1} \\ \frac{D}{2(l_1 + d)} &> \alpha > \frac{d}{4 \cdot l_1} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Dispozitivele din Fig.3.16., funcționează după același principiu, ghearele oscilante fiind executate ca niște furci.

La dispozitivul din Fig.3.17. ghearele sunt niște tamponi fixate pe lamele elastice care apasă obiectele, situație în care coloana de obiecte este reținută prin frecarea dintre obiecte și tub.

Numărarea se poate realiza și cu dispozitive prevăzute cu două cuțite în mișcare de translație, Fig.3.18., la care deplasarea cuțitelor separă câte un obiect și-l lasă liber în tubul de ghidare. La fiecare translație într-un sens, se înregistrează alternanțele ce reprezintă numărul obiectelor.

În Fig.3.19., se prezintă un dispozitiv de numărare cu rotor pe care sunt montate câteva știfturi ce realizează funcția de separare. Numărul obiectelor separate și numărate este dat de unghiul de rotație dintre două știfturi.

În Fig.3.20., se prezintă un dispozitiv de numărare cu două discuri cu axa de rotație verticală, fiecare fiind prevăzut cu fante prin care obiectele cad, câte unul la o rotație. Numărul obiectelor este dat de numărul rotațiilor înregistrate.

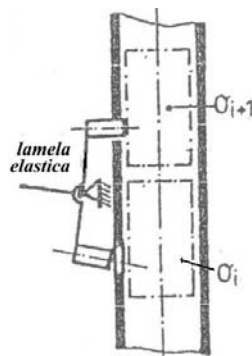


Fig.3.17.

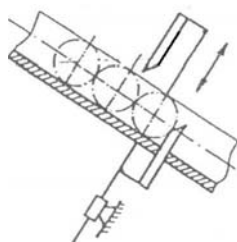


Fig.3.18.

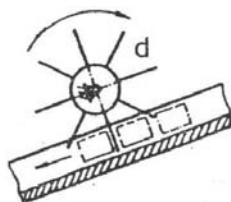


Fig.3.19.

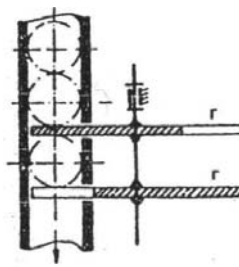


Fig.3.20.



Fig.3.21.

În Fig.3.21., dispozitivul de separare și numărare simultană, este dotat de un șurub S. La o rotație completă se eliberează câte un obiect.

La dispozitivele de numărare prevăzute cu mecanisme cu durata unui ciclu T_c , într-un interval de timp T , numărul obiectelor separate și înregistrate va fi:

$$N = \frac{T}{T_c} \quad (3.11)$$

Dacă obiectele sunt așezate pe benzi transportoare la distanțe egale, numărul de obiecte se calculează cu relația:

$$N = \frac{v}{p} [\text{buc/s}] \quad (3.12)$$

în care; v [m/s]- viteza de deplasare a transportorului, p [m]- distanța (pasul de dispunere) dintre obiecte.

3.4.2. Dispozitive de dozare

Dozarea ca funcție de aducere evacuare, are drept conținut operația de extragere dintr-un depozit (buncăr), de cântărire urmată de separare, ambalare și evacuare.

În Fig.3.22., se prezintă principiul unui dozator pentru materiale în vrac, compus din: buncăr, canale de evacuare, vibratoare, recipient, cântar, sisteme de comandă.

Materialul curge prin canalele $C1$ și $C2$ care sunt obturate periodic prin clapetele $CL1$ și $CL2$ cu mișcări vibratorii sub acțiunea unor electromagneți $EM1$ și $EM2$, prevăzuți cu arcuri. Materialul scurs se acumulează în recipientul R , unde este cântărit în mod continuu, prin intermediul pârghiei p și a arcului a . Spre sfârșitul acumulării, pârghia comandă obturarea canalul mare $C1$, materialul curge numai prin canalul mic $C2$, până ce pârghia comandă obturarea canalul $C2$, la terminarea cântăririi.

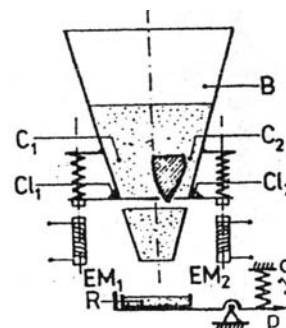


Fig.3.22.

Pentru lichide, în Fig.3.23, se prezintă un dispozitiv de dozare adecvat materialului manipulat. Materialul depozitat în recipientul R se scurge prin robinetul $R1$ în vasul $V1$, cu volum stabilit de poziția capacului $C1$. Surplusul de lichid se scurge în vasul $R2$ și returnat în recipientul R . Pentru continuitatea procesului de măsurare, dozatorul este prevăzut cu două ramuri de lucru.

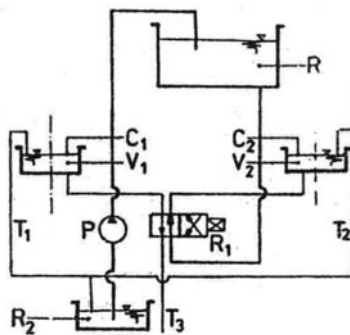


Fig.3.23.

4. Dispozitive de transfer

4.1. Funcția de transfer

Funcția aducătoare denumită, *transfer*, are ca scop și conținut, deplasarea în spațiu a obiectelor manipulate, modificându-le poziția punctului caracteristic și direcțiile dreptelor caracteristice și auxiliare. Dispozitivele care realizează această funcție sunt denumite dispozitive de transfer și pot avea și funcții multiple, cum ar fi: depistare; ordonare; captare.

Se numește *transfer scurt* funcția aducătoare care realizează deplasarea unui obiect, în interiorul sistemului de fabricație și *transfer lung*, funcția aducătoare care realizează deplasarea obiectelor în afara sistemului de fabricație.

Mișcarea obiectelor poate fi realizată sub *acțiunea greutății proprii* și prin acțiunea unor forțe aplicate prin intermediul unor mecanisme adecvate, acționate de surse energetice externe. Mișcarea sub acțiunea greutății proprii poate fi liberă sau ghidată.

În funcție de precizia de transfer, dispozitivele pot fi cu:

- poziționare aproximativă;
- poziționare exactă.

După mișcarea de transfer, dispozitivele pot fi cu mișcare de: translație; rotație; compusă, și cu o desfășurare continuă, pas cu pas, sau cu impulsuri.

4.2. Dispozitive de transfer gravitațional individual

Deplasarea obiectelor se poate realiza liber, prin cădere într-un tub vertical (acumulator puț), sau ghidată în jgheaburi sau tuburi înclinate. În aceste cazuri, mișcarea se realizează sub acțiunea greutății proprii a obiectelor, având contact cu jgheabul și cu pereții tubului. În Fig.4.1., se prezintă schema de calcul pentru forțele de acționare a unui cilindru într-un jgheab înclinat cu unghiul, α , față de orizontală.

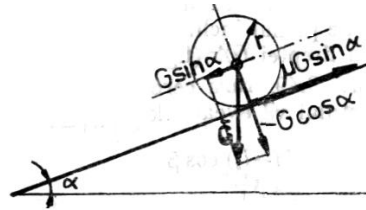


Fig.4.1.

În cazul mișcării de alunecare, a unui cilindru plin, pe o suprafață plană este valabilă relația de echilibru:

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{dV}{dt} = m \cdot a = G(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) \quad (4.1)$$

Pentru mișcarea de rostogolire pe plan înclinat se prezintă ecuația:

$$J \cdot \dot{\omega} = r \cdot G \cdot \sin \alpha - f \cdot G \cdot \cos \alpha \quad (4.2)$$

în care; G – forța gravitațională, g – accelerația gravitațională, μ - coeficient de frecare, dV/dt

– accelerația mișcării pe planul înclinat, cu expresia $\frac{dV}{dt} = g \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$, r - raza cilindrului, f - coeficient de frecare la rostogolire cu dimensiune liniară, J – momentul de

inertie masiv în raport cu planul înclinat, $\dot{\omega}$ - accelerația unghiulară în mișcarea de rostogolire pe planul înclinat.

Dacă se consideră relațiile pentru:

$$J = \frac{\gamma}{g} \cdot \pi \cdot \frac{r^4}{2} - \text{în care } \gamma - \text{greutatea specifică.}$$

$$G = \gamma \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l - \text{forța de greutate,}$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} = \varepsilon = \frac{4}{5} \cdot g \cdot \left(\sin \alpha - \frac{f}{r} \cdot \cos \alpha \right) \quad (4.2')$$

se pot stabili următoarele cazuri;

- $\dot{V} < 0$; $\dot{\omega} < 0$, obiectul nu se mișcă iar jgheabul are poziția pentru:

alunecare $\alpha < \arctg \mu$, respectiv, rostogolire $\alpha < \arctg \frac{f}{r}$.

- $\dot{V} < 0$; $\dot{\omega} > 0$, obiectul se rostogolește fără alunecare iar jgheabul are poziția

$\arctg \frac{f}{r} < \alpha < \arctg \mu$.

- $\dot{V} > 0$; $\dot{\omega} < 0$, obiectul alunecă fără rostogolire iar jgheabul are poziția

$\arctg \frac{f}{r} > \alpha > \arctg \mu$.

- $\dot{V} > 0$; $\dot{\omega} > 0$, obiectul se rostogolește cu alunecare iar jgheabul are poziția pentru:

alunecare $\alpha > \arctg \mu$, respectiv, rostogolire $\alpha > \arctg \frac{f}{r}$.

Din punct de vedere energetic și al uzurii jgheabului, este avantajos ca obiectul să se rostogolească fără alunecare.

Cea mai simplă și mai ieftină modalitate de transfer este utilizarea forței gravitaționale, mai ales la piesele cu suprafețe de revoluție care se rostogolesc ușor. Astfel, piesele cilindrice cu raportul lungime/diametru $> 0,5$ rulează fără abateri deosebite de la o traiectorie rectilinie și nu necesită ghidare. Piesele disc cu $L/D < 0,5$, rulează cu ghidaje laterale în condiții foarte bune, iar arborii în trepte se pretează la rostogolirea pe șine duble. În aceste condiții, trebuie să se realizeze un unghi minim de înclinare și să nu depășească un unghi maxim la care rostogolirea este cu rulare și alunecare dezordonată, cu efecte negative asupra uzurilor din timpul transferului. Domeniul optim de înclinare se prezintă în Fig.4.2., pentru piese cilindrice și sferice pe plan înclinat.

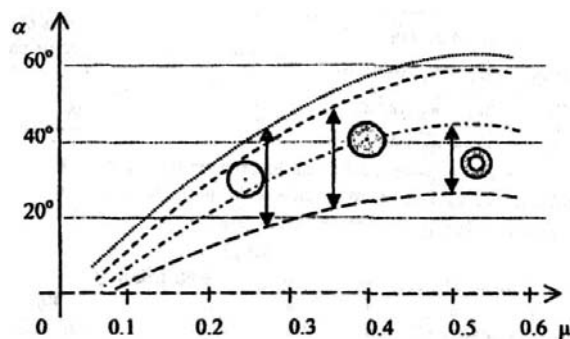


Fig.4.2.

În cazul rularii cu alunecare, se definește parametrul s , cu relația:

$$s = \frac{tg\alpha - 3\mu}{tg\alpha - \mu} \quad (4.3)$$

Spațiul parcurs prin alunecare se determină, astfel:

$$\Delta S = \frac{1}{2} \cdot (tg\alpha - 2 \cdot \mu) \cdot g \cdot t^2 \cdot \cos\alpha \quad (4.4)$$

Cu aceste date, se poate calcula lucrul mecanic pierdut prin frecarea de alunecare, datorită unui unghi de înclinare prea mare: $W = F_f \cdot \Delta S$.

Prezintă interes și calculul dinamic la rularea accelerată a unei piese pe un plan înclinat:

$$\begin{aligned} N &= G \cdot \cos\alpha \\ m \cdot \dot{V} &= G \cdot \sin\alpha - R \\ -J \cdot \dot{\omega} &= N \cdot f - R \cdot r \end{aligned} \quad (4.5)$$

în care; $f = \mu \cdot r$ - coeficientul de frecare la rostogolire, $\dot{V} = r \cdot \dot{\omega}$, de unde rezultă

$$-J \frac{\dot{V}}{r} - G \cdot f \cdot \cos\alpha + (G \cdot \sin\alpha - m \cdot \dot{V}) \cdot r = 0 \quad (4.6)$$

Înlocuind momentul de inerție masic, $J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$, pentru un corp cilindric se obține accelerația mișcării:

$$\dot{V} = a = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \left(\sin\alpha - \frac{f}{r} \cdot \cos\alpha \right) \quad (4.7)$$

Mișcarea de rulare fără accelerație este un caz particular de mișcare de rulare accelerată. Dacă în relația (4.7) se introduce $\dot{V} = 0$, rezultă unghiul de înclinare pentru realizarea unei rostogoliri cu mișcare uniformă:

$$tg\alpha_0 = \frac{f}{r} \quad (4.8)$$

Dependența dată de relația (4.8) se compară cu diverse teorii și experiențe în Fig.4.3.

1. Variația după Wood și Poire;
2. Variația după Foppl, încercări pe OLC15;
3. Liniarizarea curbelor 1 și 2;
4. Date oferite de producătorii de rulmenți;
5. Valori măsurate la frecarea uscată;
6. Valori obținute la frecarea mixtă.

Pentru domeniul $r = 5 \dots 30$, valorile obținute cu teoria lui Wood și Poire și valorile obținute pe epruvete OLC15, pentru teoria lui Foppl, conduce la relația:

$$f = 0,004 \cdot r \text{ [mm]} \quad (4.9)$$

Datele oferite de producătorii de rulmenți și material rulant la căi ferate, confirmă rezultatele experimentale cu influențele date de starea suprafețelor de contact.

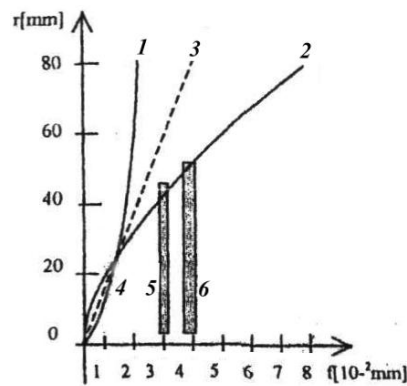


Fig.4.3.

Pentru obiectele de tip ciupercă, apare o rotire în jurul unei axe perpendiculare pe planul înclinat, în punctul O, Fig.4.4. și se va rostogoli în jurul, poziției momentane a, dreptei OS. Cu notațiile date, se poate calcula poziția centrului de greutate, astfel:

$$r_3 = (d - l_s) \cdot \cos\beta \quad (4.10)$$

unde; $\beta = \arctg \frac{r_1}{d}$; $d = l_1 \cdot \frac{r_1 + r_2}{r_1}$, r_1, r_2 -sunt razele tronsoanelor de lungimi l_1 , respectiv, l_2 .

În rostogolirea sa, centrul de greutate S , descrie un cerc de rază $r_s = (d - l_s) \cdot \sin \beta$, perpendicular pe plan și se produce o frecare dată de greutatea obiectului, care se supune legii de mișcare, scrisă astfel:

$$r_s \cdot G \cdot \sin \alpha - f \cdot G \cdot \cos \alpha = J \cdot \dot{\omega} \cdot \cos \theta \quad (4.11)$$

Dacă se consideră relațiile;

$$G = \gamma \cdot \pi \cdot (r_1^2 \cdot l_1 + r_2^2 \cdot l_2), \quad J \cong \gamma \cdot \pi \cdot \left[\frac{1}{4} \cdot (r_1^4 \cdot l_1 + r_2^4 \cdot l_2) + r_s^2 \cdot (r_1^2 \cdot l_1 + r_2^2 \cdot l_2) \right] \text{ și } C = G/J,$$

Se observă că relația (4.11) se poate discuta ca și relația (4.2'), iar mișcarea de rotație în jurul axei, ce trece prin punctual O , se scrie sub forma:

$$r_3 \cdot G \cdot \sin \alpha - \frac{f}{r_s} \cdot r_3 \cdot G \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta = J_1 \cdot \ddot{\theta} \quad (4.12)$$

în care; $J_1 = r_3^2 \cdot \frac{G}{g}$

Pentru deplasarea în linie dreaptă, a unui obiect de tip ciupercă, se va utiliza un jgheab în trepe, Fig.4.5.

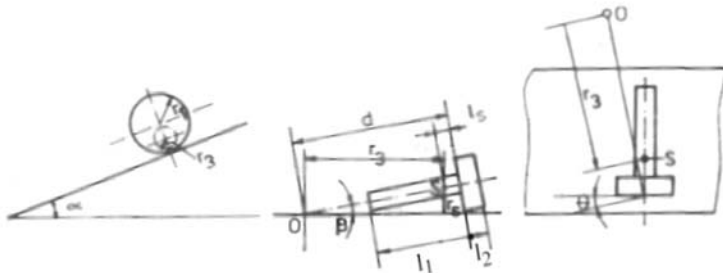


Fig.4.4.

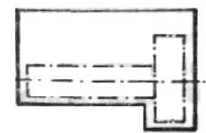


Fig.4.5.

Deplasarea unui obiect prismatic pe un jgheab înclinat, Fig.4.6., se realizează cu alunecare dacă $\alpha > \arctg \mu$ și se elimină rostogolirea cu șocuri, la rostogolirea succesivă după muchia m , dacă există condiția $\alpha < \arctg(a/b)$.

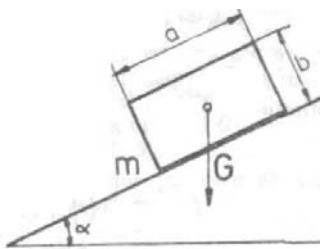


Fig.4.6.

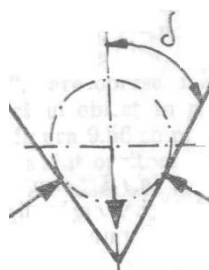


Fig.4.7.

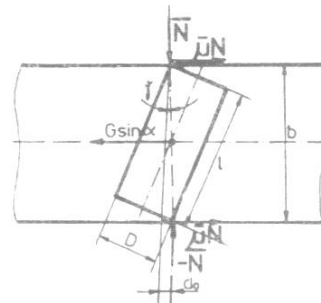


Fig.4.8.

În cazul deplasării într-un jgheab cu secțiune triunghiulară, forțele acționează, așa cum se prezintă în Fig.4.7. și se utilizează un coeficient de frecare echivalent, dat de relația $\mu = \mu' \cdot \sin \delta$, în care μ' este coeficientul de frecare al cuplului de materiale obiect-jgheab.

De regulă, coeficientul de frecare la alunecare se poate micșora prin suflarea unui jet de aer comprimat, prin orificii practicate în jgheab. Se recomandă la obiecte ușoare presiunea

să fie de circa 1,0055 bari și cu un debit mare, dat de diuze cu diametrul de 4 milimetri, iar la obiectele grele să alunece pe un film de aer de debit mic, dat de diuze de circa 0,2-0,4 mm, la o presiune de circa 2-4 ori mai mare decât presiunea de contact dintre obiect-jgheab.

În Fig.4.8. se prezintă deplasarea unui obiect prismatic într-un jgheab înclinat cu pereți laterali de ghidare. Pentru evitarea blocării obiectului în jgheab, trebuie respectate anumite condiții între sistemul de forțe și dimensiunile obiectelor și ale jgheabului.

$$G \cdot \sin \alpha \geq 2 \cdot N \cdot \mu \quad (4.13)$$

$$N = \frac{b}{2 \cdot d_0} \cdot G \cdot \sin \alpha \quad (4.14)$$

$$d_0 = \sin \gamma \cdot \sqrt{D^2 + l^2} \quad (4.15)$$

$$\cos \gamma = \frac{l + \Delta l}{\sqrt{D^2 + l^2}} \quad (4.16)$$

Din primele două relații, rezultă, $1 \geq \frac{\mu \cdot b}{d_0}$ și considerând ultimile două relații, se

determină condiția:

$$b - l = \Delta l \geq \frac{D^2 - \mu \cdot l^2}{2 \cdot l \cdot (1 - \mu)} \quad (4.17)$$

în care; Δl este toleranța lungimii obiectului manipulat.

Pentru obiecte cilindrice, din oțel cu, $\mu = 0,2$, s-a elaborat un calcul exact al lățimii de blocare, cu verificări experimentale rezultând abateri maxime de 0,54%. În Fig.4.9. se dă o nomogramă din care se poate determina valoarea lățimii critice a jgheabului.

Utilizarea nomogramei se face pe baza raportului L/D furnizat de obiectul de manipulat, cu care se determină din nomogramă expresia $(b_{crit} - L)/D$. Cu valorile dimensiunilor obiectului se determină lățimea critică a jgheabului.

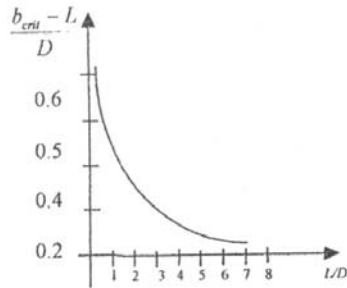


Fig.4.9.

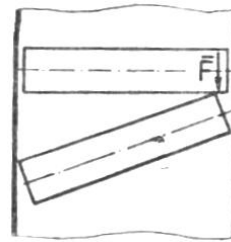


Fig.4.10.

În situația în care nu se respectă condiția de evitare a blocării, pot să apară blocări dar care pot fi deblocate de obiectul care urmează. Pentru deblocare trebuie îndeplinită, conform cu Fig.4.10, următoarea condiție:

$$F + G \cdot \sin \alpha \geq 2 \cdot \frac{\mu \cdot b}{d_0} G \cdot \sin \alpha \quad (4.18)$$

Sunt situații în care jgheabul are devieri de la direcția rectilinie. În aceste zone apar jgheaburi curbe, Fig.4.11., locuri unde se pot produce blocaje dacă nu sunt respectate anumite condiții geometrice. Condiția prin care se evită blocarea obiectului se referă la existența a cel mult două contacte între obiect și pereții curbi ai jgheabului. Respectând notațiile, condiția conduce la apariția unui joc S , între raza mică a curbei și obiect:

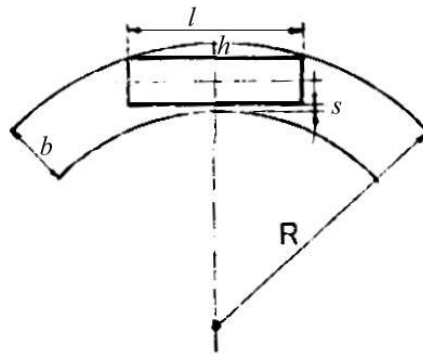


Fig.4.11.

$$S > 0; \quad b = S + D + h; \quad h = R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}}$$

Cu aceste condiționări, se poate calcula lățimea jgheabului în curbă:

$$b = S + d + R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}} \quad (4.19)$$

Pentru obiecte de revoluție, în vederea evitării blocării între pereții jgheabului este necesar ca vectorul greutate proprie a obiectului să nu intersecteze *patrulaterul* frecărilor. Acest patrulater, este format de punctele de intersecție ale rezultatelor forțelor din cele două puncte de contact, dintre obiect și pereții de ghidare, a căror direcție poate fi înclinată sub unghiul de frecare φ , de o parte și de alta a direcției normale.

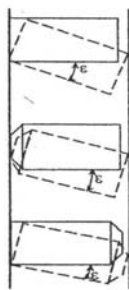


Fig.4.12.

La rapoarte mari între lungimea obiectului și diametrul său, Fig.4.12, dacă unghiul ε , scade sub valoarea unghiului de frecare, apare blocarea obiectelor în jgheab. În aceste cazuri, pentru obiectele suple, se recomandă un transportor cu role, Fig.4.13.

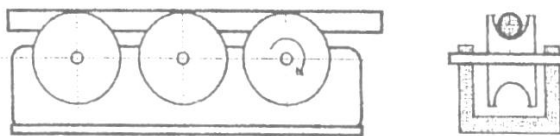


Fig.4.13.

4.3. Transferul scurt în formație de obiecte

Deplasarea obiectelor în jgheab este influențată de numărul de obiecte care se succed. În cazul când nu sunt respectate condițiile de funcționare, pot să apară blocaje, așa cum s-a prezentat în Fig.4.10 și 4.12. Deblocarea este posibilă, fără intervenții exterioare, la apariția unui nou obiect dacă se îndeplinește condiția din relația (4.18). Prin urmare, la o formație de obiecte este normal ca fiecare obiect să se deplaseze în condițiile stabilite obiectelor individuale. Dacă un obiect se autofrânează, obiectul următor produce o coliziune care are ca efect deblocarea. Este bine ca formația să lucreze cu viteze bine stabilite, motiv pentru care pe jgheaburi sunt prevăzute dispozitive de reglarea vitezei de deplasare, numite *blende*.

Blendele fixe sunt opritoare, Fig.4.14., montate în dreptul unor praguri prevăzute în jgheab și care sunt instalate la distanțe calculate în funcție de viteza maximă admisă, cu relația:

$$s_B = \frac{v_{\max}^2}{2 \cdot a} \quad (4.20)$$

în care; $a = \dot{v} = g \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$ – este accelerația obiectului care alunecă în jgheab,

$$a = \frac{D}{2} \cdot \dot{\omega} = \frac{2 \cdot D}{5} \cdot g \cdot \left(\sin \alpha - \frac{f}{r} \cdot \cos \alpha \right) \text{ - pentru obiecte cu rostogolire.}$$

Un alt criteriu pentru evaluarea distanței între blende, este dat de limitarea forței care se exercită de către grupul de piese asupra primei piese în așa fel încât aceasta să nu fie deteriorată.

$$s_B = \frac{F_0 \cdot D}{G \cdot \sin \alpha} \quad (4.21)$$

în care; $F_0 = n \cdot G \cdot \sin \alpha$ - forța creată de cele n obiecte de diametru D existente în jgheab, între două blende.

Un alt criteriu de calcul este dat de limitarea scoaterii din formație a unui obiect, Fig.4.15., din următoarele condiții:

$$2 \cdot F_0 \cdot \sin \chi \cdot \cos \chi \geq G \quad (4.22)$$

$$\Delta h = D \cdot \sin \chi$$

Dacă se impune $\Delta h = 0$ se poate calcula distanța dintre blende cu relația:

$$s_B = n \cdot D \quad (4.23)$$

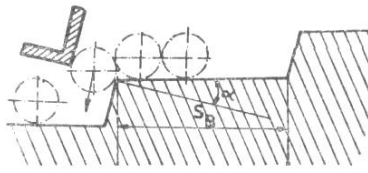


Fig.4.14.

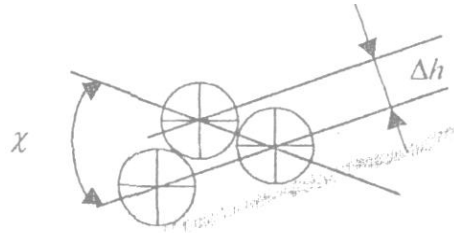


Fig.4.15.

Din condiții experimentale, cu obiecte din OLC15, s-a demonstrat că ridicarea unui obiect pe calea de rulare este limitată la valoarea dată de relația:

$$\Delta h \leq 4 \cdot \mu \cdot r \quad (4.24)$$

Blenda oscilantă, Fig.4.16., reglează viteza de deplasare, micșorează zgomotele produse de circulația formației de obiecte, corectează pozițiile dintre obiecte și separă obiectele, unul câte unul. Blenda oscilantă se dimensionează din condiția de ciocnire cu un obiect, în așa fel ca să oscileze în sensul dat de săgeată, până când muchia m dispare în jgheabului, situație în care viteza obiectului devine nulă.

În momentul următor, obiectul reia mișcarea din poziția de repaus, depășind blenda. Pentru o bună funcționare blenda trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- **frânarea dinamică** - prin care blenda frânează obiectul cu care vine în contact cu șoc, reducându-i viteza la zero. Dacă acest lucru nu se realizează, viteza obiectului crește și ajunge să depășească blenda închisă, în poziția verticală.

- **depășirea statică** - obiectul trebuie să traverseze blenda prin rulare cvazistatică, adică la momentul final al frânării dinamice, el să poată traversa blenda deschisă (când se află sub poziția planului de rulare), pornind practic din repaus.

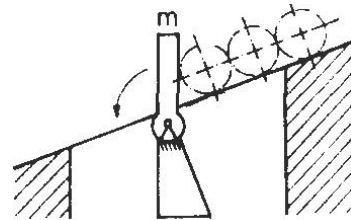


Fig.4.16.

4.4. Dispozitive de transfer scurt pas cu pas

4.4.1. Dispozitive de transfer scurt pas cu pas gravitațional

De regulă, asemenea dispozitive se utilizează pentru obiecte cilindrice și sunt construite din, n , elemente identice. Se observă din Fig.4.17. că două elemente vecine realizează un locaș pentru un obiect, în care un element joacă rolul de blendă pentru reținerea obiectului. În Fig.4.18. se prezintă modul de funcționare.

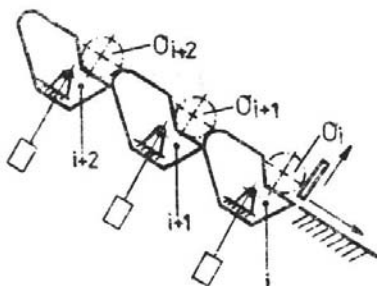


Fig.4.17.

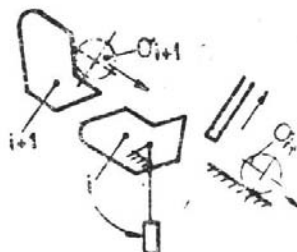


Fig.4.18.

Prin extragerea obiectului, O_i , elementul, i , pe care stătea obiectul, basculează datorită contragreutății, umând ca obiectul următor, O_{i+1} , să se deplaseze pe elementul basculat, i , care își recapătă poziția inițială, cu obiectul, O_{i+1} , reținut pe el, în rol de blendă.

4.4.2. Dispozitive de transfer pas cu pas cu impuls

Aceste dispozitive transmit o deplasare asemănătoare cu dispozitivele pas cu pas, având mișcarea generată de impulsuri din exterioare, prin diverse metode. Impulsul, necesar mișcării, poate fi generat de vibrații (cum se va stua la transportoarele cu vibrații) sau de mișcări alternative de translație, așa cum se prezintă în schemele din Fig.4.19, pentru impulsuri cu vibrații și Fig.4.20., în care mișcarea alternativă este realizată cu un mecanism cu camă.

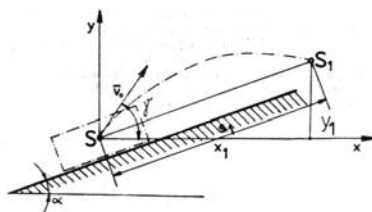


Fig.4.19.

Obiectul se află în repaus dacă $\alpha < \arctg \mu$. Sub acțiunea vibrațiilor, centrul de masă capătă viteza \vec{v}_0 și va descrie o traiectorie, dată de ecuația parametrică, în funcție de timpul t .

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot t \cdot \cos \gamma \\ y = v_0 \cdot t \cdot \sin \gamma - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{cases} \quad (4.25)$$

Prin eliminarea parametrului **timp**, se obține $y = x \cdot tg \gamma - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{(v_0 \cdot \cos \gamma)^2}$, care intersectată cu dreapta $y = x \cdot tg \alpha$, rezulă coordonatele centrului de masă S_1 când obiectul

intră în contact cu planul deplasării,

$$\begin{cases} x_1 = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \gamma}{g} \cdot (tg \gamma - tg \alpha) \\ y_1 = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \gamma}{g} \cdot (tg \gamma - tg \alpha) \cdot tg \alpha \end{cases} \quad (4.26)$$

deplasarea realizată într-un salt,

$$S_1 = x_1 \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \gamma}{g \cdot \cos \alpha} \cdot (tg \gamma - tg \alpha) \quad (4.27)$$

timpul necesar deplasării,

$$t_s = \frac{x_1}{v_0 \cdot \cos \gamma} = 2 \cdot \frac{v_0 \cdot \cos \gamma}{g} \cdot (tg \gamma - tg \alpha) \quad (4.28)$$

cu frecvența vibrațiilor necesară continuării deplasării,

$$f = \frac{1}{t} = \frac{g}{2 \cdot v_0 \cdot \cos \gamma \cdot (tg \gamma - tg \alpha)} \quad (4.29)$$

În Fig.4.20., forța necesară deplasării se realizează cu ajutorul unui mecanism cu camă.

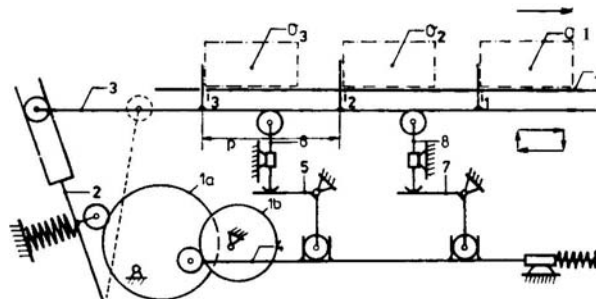


Fig.4.20.

4.5. Soluții constructive pentru jgheaburi, elemente de calcul

În Fig.4.21., se prezintă mai multe variante de jgheaburi, pentru transfer gravitațional scurt, cu mișcarea obiectelor prin rostogolire sau alunecare. Unele soluții constructive sunt reglabile, după dimensiunea obiectelor, în așa fel încât să se respecte condițiile de mișcare fără blocare pe jgheab.

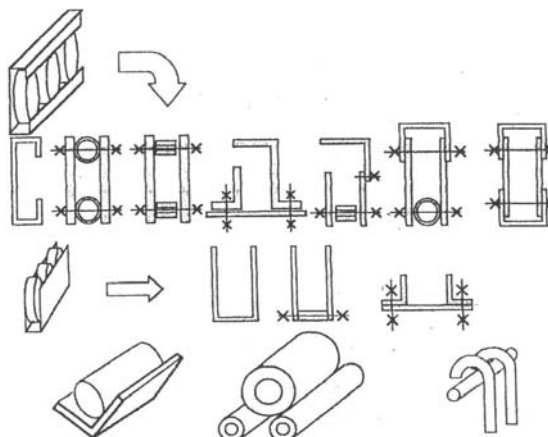


Fig.4.21.

4.5.1. Calculul blendei

Pornind de la condițiile impuse unei blendei, *frânarea dinamică* și *depășirea statică*, se pot stabili elementele de calcul, pe baza Fig.4.22:

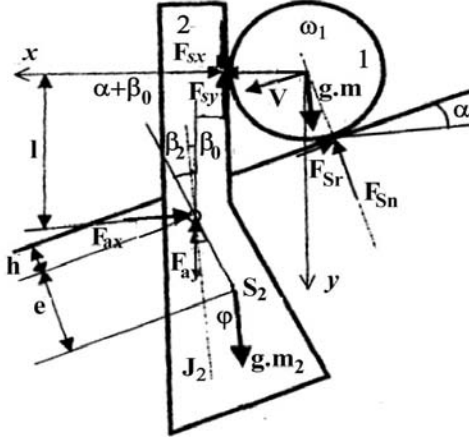


Fig.4.22.

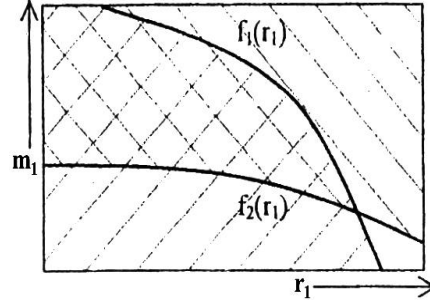


Fig.4.23.

Pentru frânarea dinamică este valabilă relația;

$$J \geq \frac{m_1 \cdot l^2 - \mu \cdot n \cdot l}{(1 + \mu) \cdot \cos(\alpha + \beta_0)} \quad (4.30)$$

Pentru traversarea statică trebuie realizată condiția dată de relația;

$$m_1 > \frac{m_2 (e \cdot \sin \varphi + \mu_0 \cdot r_1) \{ \mu_0 \cdot [1 + \sin(\varepsilon + \beta_2 - \varphi)] + \cos(\alpha + \beta_2 - \varphi) \}}{r \cdot \sin \alpha \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \beta_2 - \varphi) + \frac{1}{\cos(\alpha + \beta_2 - \varphi)} \right] + \frac{h}{\cos(\alpha + \beta_2 - \varphi)} - \mu_0 \cdot r_1 \cdot A} \quad (4.31)$$

în care, $A = [\cos(\varphi - \beta_2) - \mu_0 \cdot \sin(\varphi - \beta_2)] + [\sin(\varphi - \beta_2) + \mu_0 \cdot \cos(\varphi - \beta_2)]$

Mărimile utilizate în relațiile de mai sus, depind de masa m_1 și r_1 , raza obiectului considerat. Dependența $m_1 = f_1(r_1)$ și $m_1 = f_2(r_1)$, ca limite ale unor domenii impuse de relațiile (4.30) și (4.31), se prezintă în Fig.4.23. Piesele care au masa și raza situate în domeniul dublu hășurat îndeplinesc ambele condiții, situație în care funcționarea transportului pe calea de ghidare cu blendă este garantată.

Starea și mărimea domeniului este dependentă de parametri diferiți, pentru condiția de frânare, astfel:

$$f_1 = f_1(\theta, \mu, \alpha, \beta_0, n, h, J_2, r_1) \quad (4.32)$$

Pentru rularea (treccerea sau traversarea) statică, funcția de stare depinde:

$$f_2 = f_2(\mu_0, \alpha, r_L, e, h, \varphi, m_2, r_1, \beta_2) \quad (4.33)$$

în care; θ și μ sunt parametri dependenți, unul de altul și $\alpha, \beta_0, n, h, J_2, e, r_1, \varphi, \beta_2, r_L$ sunt parametri caracteristici ai căii de rulare cu blendă, iar μ_0 este o constantă.

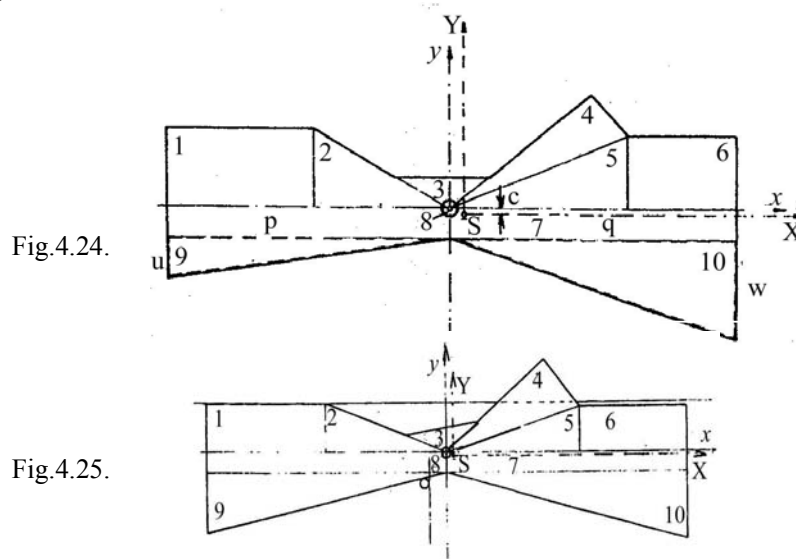
Pentru ca domeniul să fie cât mai mare posibil, trebuie ca f_1 să ia valori cât mai mari (hășuri cu înclinare în acest sens //), iar f_2 să fie cu valori cât mai mici (hășuri înclinate în sensul opus celor de mai sus). Piesele care îndeplinesc simultan condițiile: $m_1 < f_1(r_1)$ și $m_1 > f_2(r_1)$, dau un domeniu funcțional optim pentru calea de transfer cu blendă oscilante.

Prin variația parametrilor căii de rulare, a grosimii blendelor și a materialelor din care

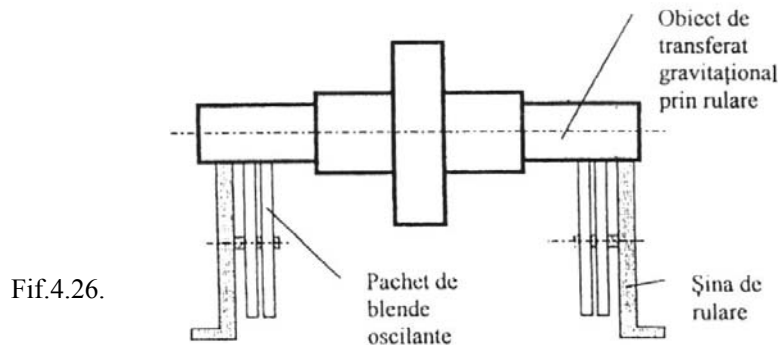
sunt confecționate blendele, se obține un set constructiv care acoperă un domeniu larg de obiecte transportabile.

Mărimea unghiului de înclinare a căii de transfer prin rulare, α , depinde de masa, momentul de inerție masic și de raza de rulare a obiectului. Pentru realizarea unui set cu un domeniu larg de utilizare sunt patru variante:

- modificarea razei r_1 , duce la soluții constructive cu blendele clichet, notate cu k_1 , Fig.4.24. și k_2 , Fig.4.25.



- construcția unei blende cu aceeași formă dar din materiale diferite cu densități diferite;
- montarea blendelor în pachete de câte două blendele, sau mai multe, pentru varierea grosimii S , Fig.4.26;



- modificarea unghiului de înclinare a căii de rulare/transfer cu ajutorul unor mecanisme de reglare.

În Fig.4.27. se prezintă o nomogramă pentru determinarea unghiului de înclinare a căii de transfer, α . Pe nomogramă se arată cum se procedează la aplicația următoare:

- arbore cu tronsoane de masă $m_1 = 1.1 [Kg]$; • raza $r_1 = 12,5 [mm]$; • momentul de inerție masic $J_1 = 303 [Kg \cdot mm^2]$. Urmărind săgețile din nomogramă rezultă domeniul cu $\alpha = 5 [^\circ]$.

Pentru arbori cilindrici cu tronsoane de diferite diametre, se impun anumite condiții:

- obiectul trebuie să aibă cel puțin două tronsoane cu același diametru de rază r_1 ;
- lungimea l_1 de contact cu calea de rulare trebuie să fie de minimum 20 mm, dacă blenda este simplă, iar la blendele duble să fie de 30 mm,

- centrele de greutate să fie între zonele de contact cu calea de rulare;
- diametrul de rulare trebuie să fie mai mic decât distanța de *înmagazinare* a blendei aleasă pentru echiparea dispozitivului de transfer;
- obiectul trebuie să se situeze în domeniul funcțional al unei blendă.

În Fig.4.28.se prezintă o nomogramă pentru alegerea tipului de blendă corespunzătoare unghiului de înclinare $\alpha = 5[^\circ]$. În literatură se prezintă și nomograme pentru alte valori ale unghiului de înclinare.

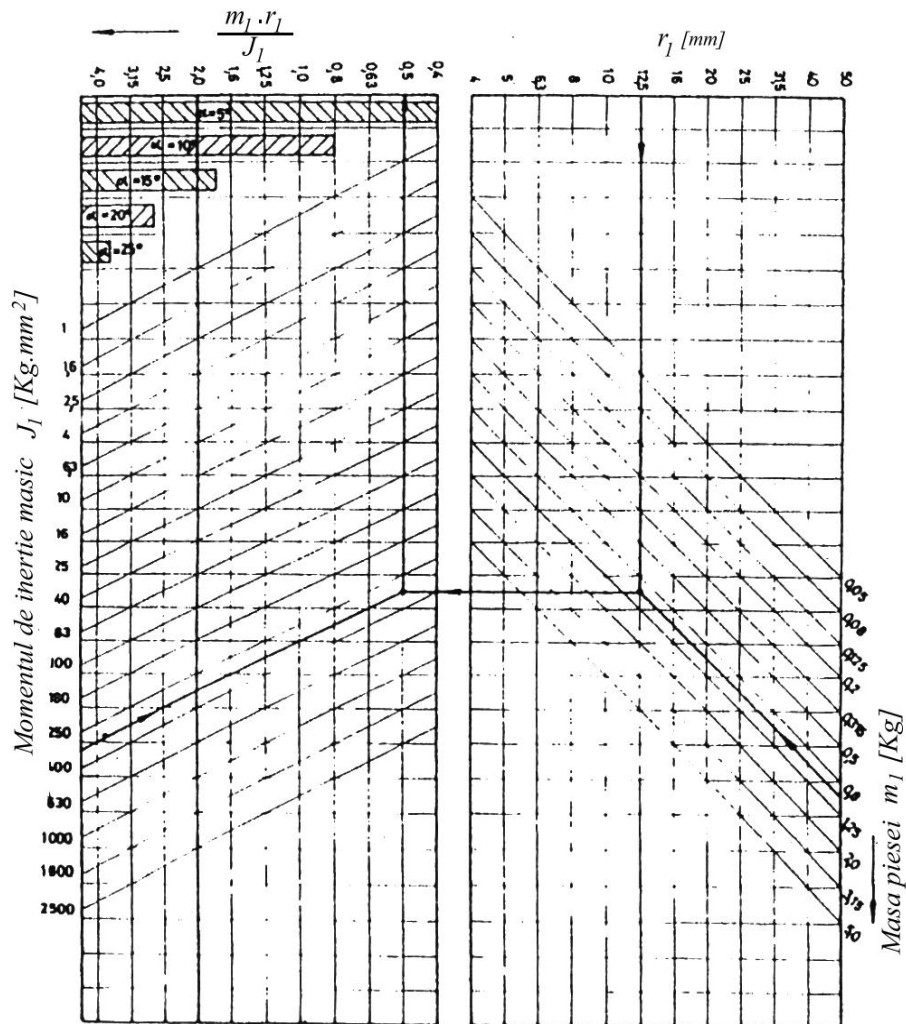


Fig.4.27.

Mărimea domeniului de funcționare acoperit de cele două tipuri de blendă, k_1 și k_2 este impus de intervalul în care se situează masa obiectului $m_1 = 0,025 - 0,5[Kg]$ și raze situate în intervalul $r_1 = 4 - 50[mm]$

Domeniul maxim al razelor de rulare pentru blendele k_1 , este $r_1 < 25[mm]$, iar la blendele k_2 , este de $r_1 < 50[mm]$. În cazul exemplului prezentat mai sus, la un unghi de înclinare, $\alpha = 5[^\circ]$, trebuie utilizată o blendă de k_2 din aluminiu, conform cu Fig.4.28.

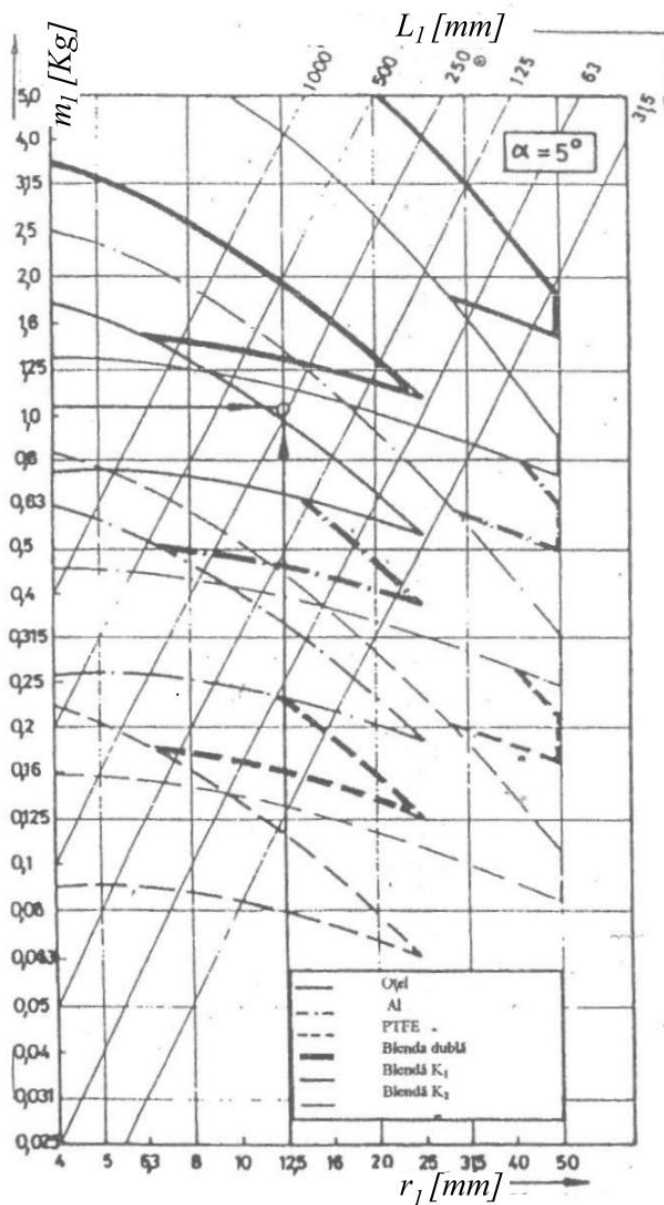


Fig.4.28.

Creșterea unghiului de înclinare conduce la micșorarea obiectelor, adică la aceeași rază de rulare va trebui luată o lungime mai mică. Însă creșterea unghiului de înclinare duce la un domeniu funcțional mai mare. Rezultă ca blendele nu trebuie utilizate la unghiuri cât mai mari posibile.

4.6. Transferul scurt gravitațional prin alunecare

La problema alunecării, pe plan înclinat, au mai fost făcute unele referiri, comparative cu rostogolirea, dar sunt și probleme specifice care se vor prezenta în acest subcapitol.

Comportarea obiectelor, transferate prin alunecare gravitațională pe un plan înclinat cu un unghi α , este influențată de următoarele condiții:

- obiectul trebuie să prezinte stabilitate, adică să nu apară răsturnarea pe suprafața de reazim;
- forța care acționează în direcția tangențială a planului, datorită greutateii obiectului, trebuie

să învingă rezistențele date de frecarea obiect-plan.

În Fig.4.29. se rediscută problema stabilității unui cilindru transferat prin alunecare gravitațională așezat cu baza pe calea de transfer. Raportul L/D și unghiul de înclinare α , determină situația se alunecare sau de răsturnare a obiectului manipulat. Se disting două domenii: alunecare fără riscul răsturnării; răsturnare.

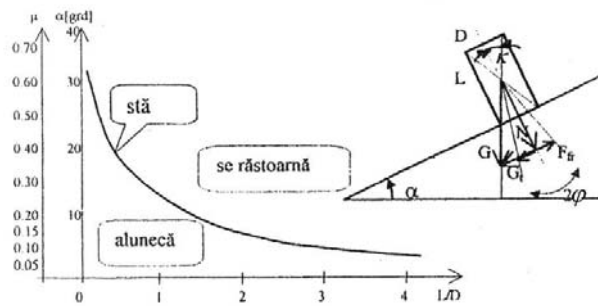


Fig.4.29.

Creșterea raportului L/D și a frecării duc la răsturnarea obiectului. Dacă se cunoaște cuplul de material, plan-obiect, se poate determina la un raport L/D unghiul de înclinare datorită căruia obiectul alunecă sigur. Transferul prin alunecare duce la uzura obiectelor manipulate și a căii de rulare.

Dacă $\alpha < \varphi$ și $G_t > F_{fr}$, corpul alunecă pe planul înclinat, iar dacă $\alpha > \varphi$, corpul se răstoarnă sub acțiunea greutății proprii care crează un moment de răsturnare dat de vectorul greutate care acționează în afara bazei de rezemare a cilindrului.

În Tabelul 4.1. se prezintă unghiurile de la care începe alunecarea pe jgheaburi din materiale diferite și nivelul uzurii pe care obiectele din oțel prelucrate fin prin rectificare le produce pe calea de alunecare.

Tabelul 4.1.

Cale de transfer	Unghi de alunecare	Gradul de uzură
Teflon	13,5 grade	Absentă
Rășină acetat	13	Foarte mică
Nylon	15,5	Redusă
PVC	17	Mare
Oțel	16	mare

Pe ghidaje profilate, comportarea la alunecare diferă de la alunecarea individuală la alunecarea în grup, așa cum se prezintă în Fig.4.30a.

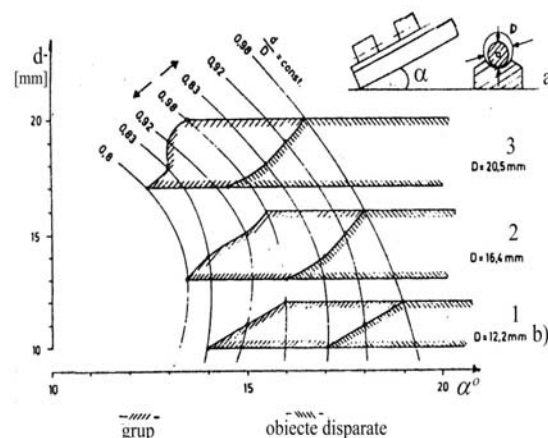


Fig.4.30.

S-a dovedit experimental că unghiul de înclinare de la care începe alunecarea unui obiect individual este mai mare decât în cazul alunecării în formație. În Fig.4.30b.se prezintă dependența unghiului de înclinare de geometria jgheabului și a obiectului. Pe trei jgheamuri de secțiune cilindrică cu diametrele: $D=20,5$, $D=16,4$, $D=12,2$ se transportă obiecte cilindrice cu diametrele cuprinse între 10...20 mm. La raportul $d/D=\text{constant}$, creșterea razei canalului din jgheab duce la micșorarea unghiului de la care începe alunecarea.

Lunghimile obiectelor, la acelaș raport d/D nu influențează începutul alunecării. Pentru aceeași dimensiune de jgheab, obiectele cu diametre mai mari necesită unghiuri de înclinare mai mari, datorită influenței zonei de contact care este mai mare și deci un coeficient de frecare mărit. La calculul forțelor de frecare pentru diferite aplicații se utilizează un coeficient de frecare echivalent, care ține cont de forma ghidajului, Fig.4.31., iar forța de frecare are expresia:

$$F_{fr} = \mu_0 \cdot F_N \cdot \frac{1}{\sin \beta} \quad (4.34)$$

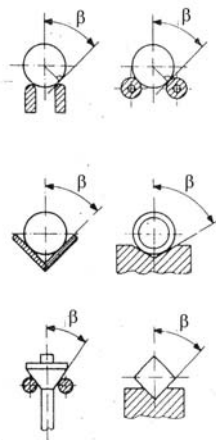


Fig.4.31.

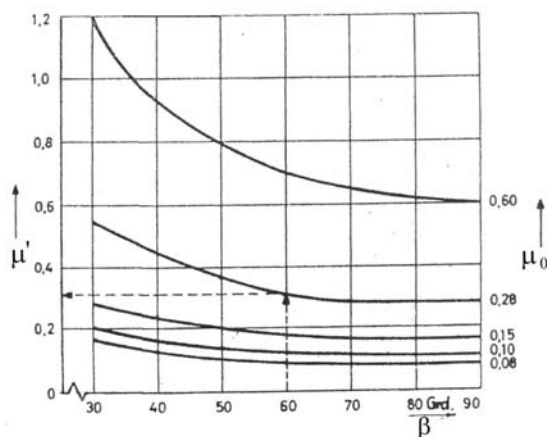


Fig.4.32.

în care; μ_0 - coeficient de frecare dintre obiect și jgheab, F_N - forța normală la suprafața de contact, β - semiunghiul deschiderii flancurilor jgheabului, $\mu' = \mu_0 \cdot \sin \beta$ - coeficient de frecare echivalent cu valori în diagrama de echivalență din Fig.4.32.

În literatura de specialitate, se recomandă pentru μ_0 valorile: 0,08 - PTFE/oțel; 0,1-oțel/oțel lubrifiat; 0,15 - oțel/oțel uscat, 0,28 - fontă/bronz uscat; 0,6 - metal/lemn.

4.7.Dispozitive de transfer scurt cu deplasare sub acțiunea unor forțe exterioare

Transportoarele cu forțe exterioare se clasifică astfel:

- transportoare cu bandă;
- transportoare cu vibrații;
- transportoare cu mecanisme electrice sau hidro-pneumatice;
- transportoare pe pernă de aer;
- cărucioare.

4.7.1.Transportoare cu bandă

Sunt dispozitive pentru transport *scurt* sau *lung*, formate dintr-un element flexibil înfășurat pe tamburi, dintre care cel puțin unul este antrenat din exterior cu un motor electric, în mod continuu sau pas cu pas. Comportarea obiectelor pe banda de transfer este influențată de unghiul de înclinare a benzii transportoare și de trecerea de la o bandă la alta, Fig.4.33.

La benzile orizontale, Fig.4.34.,obiectele nu își schimbă poziția relativă față de bandă. La benzile cu elemente de ghidare se poate influența poziția și pot să apară deteriorări prin uzare, dar dacă elementele de ghidare se mișcă sincron cu banda nu apar aceste neajunsuri.

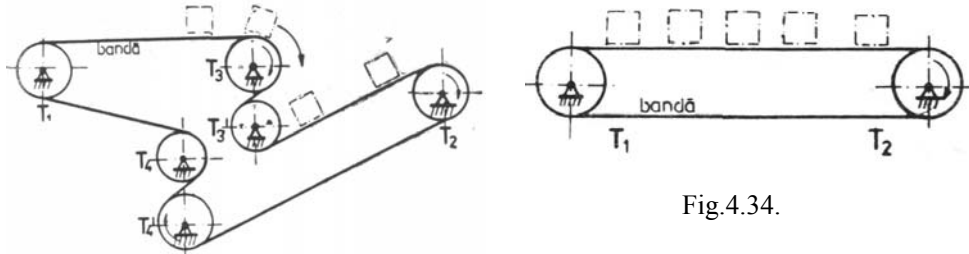


Fig.4.34.

Fig.4.33.

În cazul benzii înclinată, obiectele transferate pot să alunece. Din Fig.4.1., se determină condiția transferului fără alunecare, relația (4.1), din care se determină accelerația maximă pentru care nu are loc alunecarea.

$$\dot{v} = a \leq g \cdot (\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (4.35)$$

din care se deduce;

$$\alpha < \arctg \mu - \arcsin \frac{a_{\max}}{g \cdot \sqrt{1 + \mu^2}} \quad (4.36)$$

În Fig.4.35., se prezintă corelația dintre accelerația maximă admisibilă și unghiul de înclinare maxim la un transportor cu bandă, pentru diverse valori ale coeficientului de frecare.

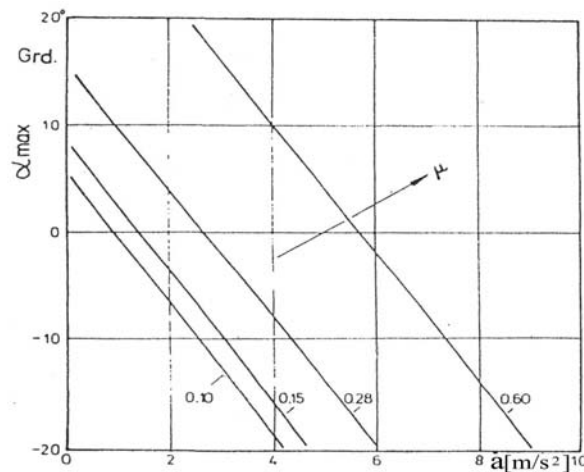


Fig.4.35.

În cazul în care se dorește creșterea unghiului de înclinare și nu se poate realiza cu coeficienți de frecare mai mari, obiectivul se poate realiza prin formarea unor locașuri pe banda transportoare sau prin montarea unor eclise cu rol de tamponare pentru prevenire alunecării.

Pentru transportul materialelor în vrac și pentru creșterea productivității transportorului, banda este ghidată de role, ca în Fig.4.36., realizându-se un jgheab mobil.

4.7.2. Transportoare cu role sau cu bile

În cazul în care frecarea deranjează, se poate utiliza un transportor cu role, Fig.4.37., la care banda este fixă în care sunt montate role antrenate cu forțe exterioare, iar obiectul este

deplasat de rotirea rolor. Pentru transportarea obiectului în sensul de ridicare trebuie

îndeplinite condițiile: $l > 2 \cdot p$; $\frac{f}{r} \cdot G \cdot \cos \alpha \geq G \cdot \sin \alpha + \frac{G}{g} \cdot a$, de unde se deduce relația;

$$a = \dot{v} < g \cdot \left(\frac{f}{r} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \right) \quad (4.37)$$

în care: l - lungimea obiectului, p - distanța dintre role, $G = N_1 + N_2$ - greutatea obiectului, a - accelerația obiectului, f - coeficientul de frecare la rostogolire, r - raza rolor.

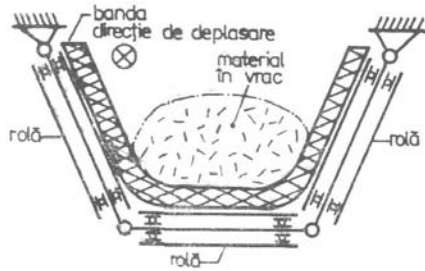


Fig.4.36.

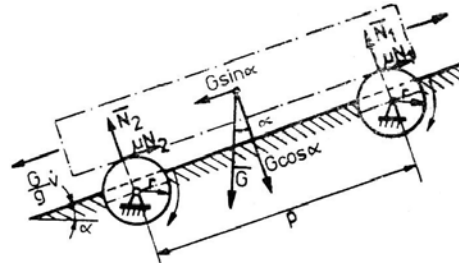


Fig.4.37.

Sunt situații în care se utilizează transportoare cu role sau cu bile, pentru deplasarea sau rotirea obiectelor pe distanțe foarte mici, în care acționarea nu este necesară. Forța necesară mișcării obiectelor se realizează, de regulă, cu operator uman Fig.4.38.

Forța necesară rezultă din relațiile:

$$N = \frac{1}{2} \cdot G$$

$$F - 2 \cdot \frac{f}{r} \cdot N - \frac{G}{g} \cdot \dot{v} = 0 \quad (4.38)$$

$$F = G \cdot \left(\frac{f}{r} + \frac{\dot{v}}{g} \right)$$

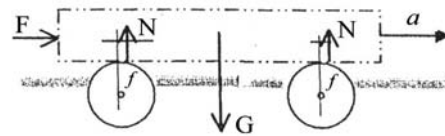


Fig.4.38.

în care; f - coeficientul de frecare la rostogolire, F - forța de antrenare a obiectului pe calea de role sau bile, r - raza rolor sau a bilelor din calea de rulare.

Asemenea dispozitive de transfer local, fără antrenarea rolor, intră ca modul în sistemele de transfer impuse de considerente funcționale.

4.7.3. Transportoare pe cablu și lanț

Transportoarele cu cablu (fir sau lanț) sunt dispozitive de transfer *scurt* sau *lung*, care sunt formate dintr-un element flexibil metalic fără sfârșit, pus în mișcare de cel puțin un tambur de antrenare. Obiectele sunt suspendate, așa cum s-a prezentat pentru un dispozitiv având rolul de magazin, în Fig.2.11.

Transportoarele cu lanț sunt, de regulă, dispozitive de transfer scurt, utilizate și ca magazin, Fig.4.39., (prevăzute cu zale și racleți care deplasează obiectele) și Fig.4.40., la care zalele sunt antrenate în mișcare de roți speciale prevăzute cu dinți.

În Fig.4.41., se prezintă un transportor cu zale de formă poligonală, articulate prin cuple de rotație care permit mișcarea ghidată lateral pentru a schimba direcția de mișcare. Aceste zale, în care sunt depozitate obiectele sunt puse în mișcare de un lanț situat în partea inferioară.

Există o mare diversitate de tipuri de lanțuri pentru transport, așa cum se prezintă în

Fig.4.42., conform DIN 8176.

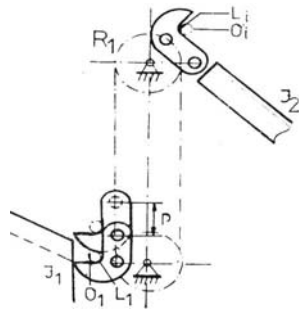


Fig.4.39.

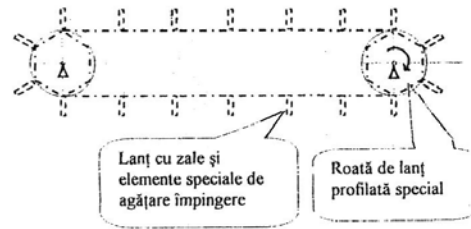


Fig.4.40.

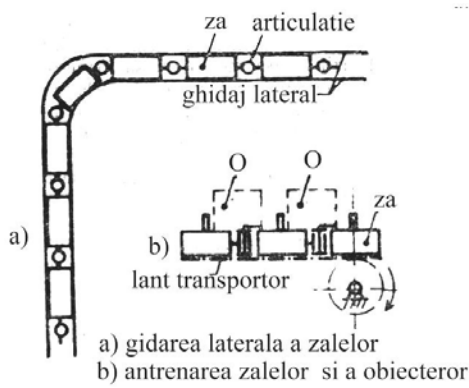


Fig.4.41.

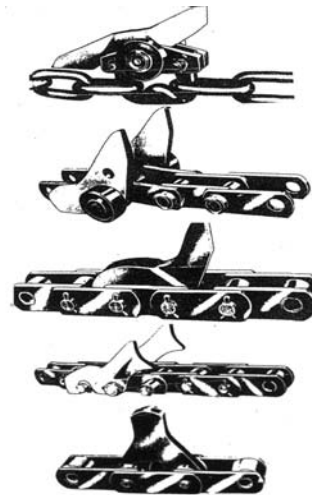


Fig.4.42.

Sunt și multe aplicații în care, la transportul local, se utilizează lanțuri standardizate STAS 5174-66, în România, Fig.4.43a., sau în Germania, Fig.4.43b., DIN 8175.

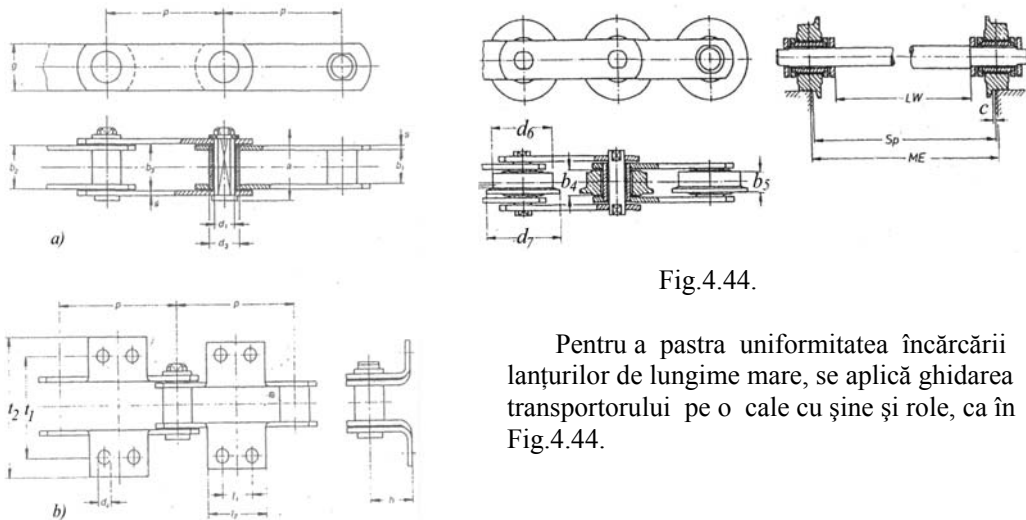


Fig.4.44.

Pentru a pastra uniformitatea încărcării lanțurilor de lungime mare, se aplică ghidarea transportorului pe o cale cu șine și role, ca în Fig.4.44.

Fig.4.43.

4.7.4. Transportoare vibrante

Transportoarele vibrante sunt dispozitive de transfer scurt din categoria jgheaburilor la care mecanismele de antrenare le imprimă o mișcare vibratorie, situație în care obiectele manipulate primesc o mișcare accelerată, care desprinde obiectul de jgheab, înaintând prin salt.

Transportoarele vibrante (cu amplitudinea de 1-10 mm și frecvența de 500-600 oscilații pe minut) ca și cele oscilante (cu amplitudinea de 100-300 mm și frecvența de 50-100 oscilații pe minut) se caracterizează prin faptul că materialul se deplasează pe un jgheab care execută mișcări de dute-vino. Astfel la cursa de înaintare a jgheabului, materialul se deplasează pe jgheab până în momentul desprinderii, la atingerea accelerației verticale a jgheabului care devine mai mare ca accelerația gravitațională, iar la retragerea jgheabului obiectul își continuă mișcarea datorită inerției.

La transportoarele vibrante, direcția oscilațiilor formează un anumit unghi cu jgheabul, Fig.4.45., iar diagrama vitezei și accelerației jgheabului reprezintă o cosinoidă, respectiv, o sinusoidă simetrică.

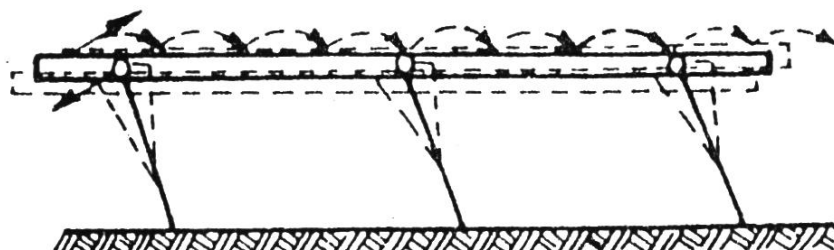


Fig.4.45.

Vibrația jgheabului transmite obiectului (materialului transportat), în mod permanent, o accelerație care desprinde obiectul realizând salturi mici, ce se succed la intervale scurte de timp. În aceste condiții, obiectul se află în contact cu jgheabul perioade scurte de timp, care conduc la uzuri mici ale jgheabului, comparativ cu transportoarele gravitaționale cu alunecare și cele oscilante.

Stabilirea legii de mișcare a particulei materiale (cu așezare probabilistică) multiforme (bulgari, granule, pulberi, amestecuri) apare ca fiind imposibilă. Pentru rezolvarea problemei se fac o serie de particularizări, cum ar fi:

a). Particula este în contact cu planul transportorului în permanență, Fig.4.46.

Particula este solicitată de forța F , cu punctul de aplicație în centrul de greutate, având proiecțiile F_x și F_y cu variații în timp, după o lege oarecare. Mișcarea, în sens pozitiv, are loc când se îndeplinește una din condițiile:

$$F_x = \mu_0 \cdot F_y \quad \text{- de frecare,}$$

$$F_x = \frac{a}{2 \cdot h} \cdot F_y \quad \text{- de răsturnare (momente)}$$

Mișcarea poate fi:

- de alunecare, dacă: $\mu_0 < \mu_0^0 = \frac{a}{2 \cdot h}$ (4.39)

- de rostogolire, dacă: $\mu_0 > \mu_0^0 = \frac{a}{2 \cdot h}$ (4.40)

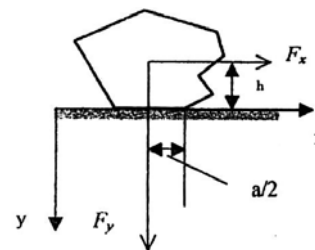


Fig.4.46.

La aceste particule, pentru a fi valabilă relația (4.39), trebuie să existe un contact permanent între particula și suprafața plană a transportorului, iar particulele care îndeplinesc

această condiție se numesc particule plate și se pot studia ca la mișcarea punctelor materiale. Restul particulelor se vor studia ca obiecte de formă ovală (cilindrică sau sferică) cu mișcare de rostogolire, cu dificultăți de abordare, dar pentru simplificare se pot considera ca particule rigide, individuale sau în formație.

Schema unui transportor vibrant, acționat pe direcția L-L, se prezintă în Fig.4.47., cu suprafața de lucru înclinată față de orizontală cu unghiul α și execută mișcări rectilinii alternative sub un unghi β față de axa Ox , a sistemului de referință, paralelă cu jgheabul.

Mișcarea jgheabului se cunoaște ca fiind determinată de vibratorul de acționare al transportorului și poate fi descrisă de ecuațiile cinematice:

- spațiul parcurs de jgheab în timpul t ; $s_j = A \cdot \sin \omega t$ (4.41)

- proiecțiile pe axele sistemului;
$$\begin{cases} x_j = s_j \cdot \cos \beta = A \cdot \sin \omega t \cdot \cos \beta \\ y_j = s_j \cdot \sin \beta = A \cdot \sin \omega t \cdot \sin \beta \end{cases}$$
 (4.42)

în care, A - amplitudinea oscilațiilor și ω pulsația.

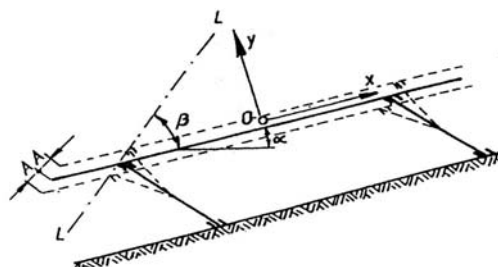


Fig.4.47.

Unghiurile α și β , variază între limitele: $\alpha \in \left(-\frac{\pi}{2}; +\frac{\pi}{2}\right)$, respectiv, $\beta \in \left(0; +\frac{\pi}{2}\right)$.

Prin derivări succesive în raport cu timpul, din proiecțiile spațiului pe axele sistemului de referință, rezultă proiecțiile vitezelor și a accelerațiilor jgheabului, pe axele respective:

$$\begin{cases} \dot{x}_j = \omega \cdot A \cdot \cos \omega t \cdot \cos \beta \\ \dot{y}_j = \omega \cdot A \cdot \cos \omega t \cdot \sin \beta \end{cases}$$
 (4.43)

$$\begin{cases} \ddot{x}_j = -\omega^2 \cdot A \cdot \sin \omega t \cdot \cos \beta \\ \ddot{y}_j = -\omega^2 \cdot A \cdot \sin \omega t \cdot \sin \beta \end{cases}$$
 (4.44)

Mișcarea materialului fiind complexă, se impune introducerea unor ipoteze simplificatoare și introducerea unor coeficienți pentru o modelare cât mai fidelă fenomenului real. Ipotezele adoptate sunt:

- mișcarea jgheabului este liniară;
- mișcarea este armonică în raport cu timpul;

Aceste ipoteze se justifică prin: vibratoarele de acționare produc forțe perturbatoare aproape armonice; caracteristica liniară a arcurilor sistemului elastic; variația încărcăturii în timpul mișcării jgheabului se neglijează.

Matematic, mișcarea unei particule de material pe o suprafață vibrantă se reprezintă prin mișcarea centrului de masă. În aceste condiții se pot admite și ipoteze suplimentare:

- mișcarea materialului nu este influențată de frecările și ciocnirile dintre particule, neglijându-se mișcările neregulate de rotație, rostogolire ale acestora;
- mișcarea este independentă de proprietățile materialului (densitatea, forma granulelor, distribuția granulometrică, umiditate, lubrifianți, etc);
- se neglijează rezistența aerului și frecările particulei de pereții laterali în timpul

fazelor de salt, considerând valabile legile mișcării în vid (mișcarea în direcția normală la jgheab este dată numai de componenta normală a accelerației gravitaționale și cu o viteză constantă pe direcția jgheabului, până la atingerea lui);

- revenirea particulei pe jgheab se face cu ciocnire perfect plastică;
- timpul de ciocnire se consideră infinit mic, deci în timpul contactului cu jgheabul mișcările materialului coincid cu cele ale jgheabului;
- se acceptă și independența mărimii coeficientului de frecare față de viteza de alunecare și de presiunea normală pe jgheab și egalitatea între coeficienții de frecare de repaus (aderență) și mișcare.

În Fig.4.48., se prezintă sistemul de forțe care acționează particula de material, în baza ipotezelor prezentate, cu deplasarea s_j efectuată de jgheab. Ecuația de echilibru dinamic a unei particule de masă m , este:

$$-\vec{F}_r = \vec{G} + \vec{N} + \vec{F}_f + \vec{F}_i \quad (4.45)$$

în care; \vec{F}_r - forța relativă,

\vec{G} - greutatea particulei de material (obiect transportat),

\vec{N} - reacțiunea normală,

\vec{F}_f - forța de frecare uscată,

\vec{F}_i - forța de inerție.

Ecuațiile mișcării relative a particulei proiectate pe axele sistemului mobil, solidar cu jgheabul, sunt:

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} = -G \cdot \sin \alpha - F_f + F_i \cdot \cos \beta \\ m \cdot \ddot{y} = -G \cdot \cos \alpha + N + F_i \cdot \sin \beta \end{cases} \quad (4.46)$$

Dar, $F_i \cdot \cos \beta = -m \cdot \ddot{x}_j$ și $F_i \cdot \sin \beta = -m \cdot \ddot{y}_j$, iar $\ddot{x}_j = -\omega^2 \cdot x_j$ și $\ddot{y}_j = -\omega^2 \cdot y_j$ se iau din relațiile (4.42) și (4.44) și înlocuite în relațiile (4.46), rezultă:

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} = -m \cdot g \cdot \sin \alpha - F_f + m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \cdot \cos \beta \\ m \cdot \ddot{y} = -m \cdot g \cdot \cos \alpha + N + m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \cdot \sin \beta \end{cases} \quad (4.47)$$

unde; \ddot{x} ; \ddot{y} - componentele accelerației particulei materiale de masă m pe direcția jgheabului respectiv pe direcția normală la jgheab, \ddot{x}_j ; \ddot{y}_j - componentele accelerației jgheabului.

Mișcarea particulei pe suprafața jgheabului de coordonate $y = 0$ și cu frecarea dată de relația Coulomb, conduce la relația:

$$F_r = \begin{cases} -\mu \cdot N \text{ pentru } \dot{x} > 0 \\ +\mu \cdot N \text{ pentru } \dot{x} < 0 \end{cases} \quad (4.48)$$

în care; μ - coeficientul de frecare la alunecare sau de mișcare.

În aceste condiții, reacțiunea normală $N(t)$, pentru $\ddot{y} = 0$, se determină din relația a doua a expresiilor (4.47):

$$N = N(t) = m \cdot g \cdot \cos \alpha - m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \cdot \sin \beta \quad (4.49)$$

Particula rămâne în planul vibrator numai dacă reacțiunea normală este pozitivă, iar dacă se ține cont de inegalitățile $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$ și $0 \leq \beta \leq \frac{\pi}{2}$, condiția $N(t) > 0$ se poate scrie astfel: $\sin \omega t < g \cdot \cos \alpha / A \cdot \omega^2 \cdot \sin \beta = 1/\Gamma$, unde Γ , se numește indice de salt.

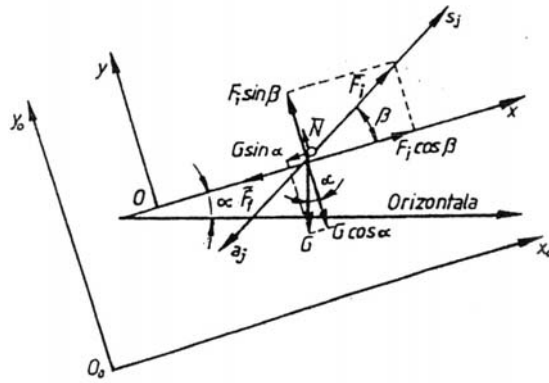


Fig.4.48.

În cazul particulei aflată în repaus relativ, pe planul vibrator, cu $\dot{x} = 0$; $\dot{y} = 0$ forța de frecare uscată $F_f = F_f^0(t)$ nu se determină cu relația (4.48), ci din prima relație a expresiilor (4.47), astfel:

$$F_f = F_f^0(t) = -m \cdot g \cdot \sin \alpha - m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \cdot \cos \beta \quad (4.50)$$

Particula poate rămâne în repaus relativ pe suprafața vibrantă numai dacă forța de frecare $F_f = F_f^0(t)$, nu depășește valoarea limită absolută a forței de frecare statică sau de aderență, $F_{f0} = \mu_0 \cdot N_0$. Această condiție se poate exprima astfel:

$$-\mu_0 \cdot N(t) < F_f^0(t) < \mu_0 \cdot N(t) \quad (4.51)$$

Ecuția mișcării particulei pe suprafața vibrantă se poate obține dacă se consideră frecarea din relația (4.48), reacțiunea normală din relația (4.49) și se introduc în prima ecuație a relațiilor (4.47), rezultând expresia:

$$\ddot{x} = -g \cdot \frac{\sin(\alpha \pm \varphi)}{\cos \varphi} + A \cdot \omega^2 \cdot \frac{\cos(\beta \mp \varphi)}{\cos \varphi} \cdot \sin \omega t \quad (4.52)$$

în care; $\varphi = \arctg \mu$ - unghiul de frecare la alunecare, - semnele superioare corespund alunecării de înaintare a particulei pe suprafața vibrantă, pentru $\dot{x} > 0$, iar cele inferioare alunecării înapoi, pentru $\dot{x} < 0$.

Ecuția (4.52) este adevărată numai pentru $y = 0$; și $\dot{x} \neq 0$, adică pentru intervalul de timp în care particula alunecă pe placă și nu se desprinde de ea.

Din relația (4.49) și din expresia indicelui de salt, rezultă condiția:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{g \cdot \cos \alpha}{A \cdot \omega^2 \cdot \sin \beta} \geq 1 \quad (4.53)$$

din care rezultă că reacțiunea normală $N(t)$, în orice moment este pozitivă și particula cade pe placă cu componenta transversală \dot{y} , a vitezei egală cu zero, rămâne în continuare pe placă. Dacă inegalitatea (4.53) nu este îndeplinită, atunci într-un moment oarecare t_s , are loc egalitatea:

$$\sin \omega t_s = \frac{1}{\Gamma} \quad (4.54)$$

și deci reacțiunea normală devine, $N(t_s) = 0$ și particula care inițial se găsea pe placă, acum se depărtează de ea prin salt.

Sistemul de ecuații diferențiale care descrie mișcarea particulei trebuie completat cu legea de variație a vitezei particulei la ciocnirea cu suprafața vibrantă. De regulă, se consideră că timpul ciocnirii este infinit mic și prin urmare influența șocului este neglijabilă și deci ciocnirea este perfect elastică. În realitate se poate considera caracterul unei ciocniri în care coeficientul de restituire R , este dat de inegalitatea:

$$0 \leq R = \frac{-\dot{y}_n}{\dot{y}_0} \leq 1 \quad (4.55)$$

în care; \dot{y}_n ; \dot{y}_0 sunt componentele vitezei particulei pe normala la suprafața vibrantă până la și după ciocnire.

Relația (4.55) este generală, valabilă pentru toate ipotezele anterioare. Ipotezele acceptate de unii autori sunt mai diversificate în ceea ce privește legea de variație a componentei longitudinale a vitezei particulei datorită ciocnirii cu suprafața vibrantă. Dintre acestea se menționează:

- se consideră invariabilă componenta longitudinală a vitezei particulei;
- se presupune că rezultatul ciocnirii devine zero;
- se iau în considerație ipoteze complexe referitoare la schimbarea lui \dot{x} prin ciocnire, astfel

încât în locul de impact se dezvoltă forțe de frecare deosebit de mari în timpul ciocnirii.

În ultimul caz, se presupune că între componenta longitudinală a vitezei particulei, până la ciocnire \dot{x}_n și după ciocnire \dot{x}'_n , există relația:

$$\frac{\dot{x}'_n}{\dot{x}_n} = 1 - \lambda \quad (4.56)$$

în care; $0 \leq \lambda \leq 1$ se numește coeficient de frecare *de moment* sau momentan prin ciocnire (șoc) cu mărimi cunoscute și cu cazurile particulare $\lambda = 0$ și $\lambda = 1$.

În realitate, particula în deplasarea ei pe suprafața vibrantă interacționează cu această, cu mediul înconjurător, cu alte particule, situație mult mai complexă care face și mai dificil procesul de modelare matematică.

Se presupune că particula se deplasează împreună cu jgheabul până în momentul când accelerația pe verticală a jgheabului \ddot{y}_j este egală cu accelerația gravitațională, cu semn schimbat. Dacă în timpul t_s , Fig.4.49., se depășește accelerația gravitațională, materialul se desprinde de suprafața jgheabului cu o viteză egală cu a jgheabului, iar în timpul zborului este numai sub influența forței gravitaționale, până la revenirea pe suprafața jgheabului, corespunzător timpului t_a . Dacă indicele de salt este strict supraunitar, se îndeplinește condiția ca particula să se desprindă de jgheab, în timpul de desprindere t_s diferit de timpul de revenire t_a .

Conform relației (4.53), se definește indicele de salt ca fiind *raportul dintre componenta verticală maximă a accelerației jgheabului și componenta normală a accelerației gravitaționale*.

Dacă în relația (4.54) se introduce pulsația $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, rezultă timpul t_s , corespunzător începerii saltului:

$$t_s = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot \arcsin \frac{1}{\Gamma} \quad (4.57)$$

Pentru o frecvență dată a oscilației, momentul începerii saltului depinde de indicele de salt. Dacă $\Gamma = 1$, rezultă matematic,

$$t_s = \frac{1}{4 \cdot f} = \frac{T}{4}, \text{ timp ce coincide cu schim-}$$

barea sensului de mișcare a jgheabului, cu viteza jgheabului $\dot{y}_j = 0$, deși are loc desprinderea materialului, acesta nu avansează deoarece timpii de desprindere și de revenire coincid. Valorile subunitare ale indicelui de salt nu sunt admise fiindcă funcția *arcsin* nu este definită. Fizic, materialul rămâne toată perioada în contact cu jgheabul care poate deveni un mijloc de transfer prin alunecare.

Din relația indicelui de salt:

$$\Gamma = \frac{\ddot{y}_{\max}}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{A \cdot \omega^2 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \quad (4.58)$$

prin înlocuirea pulsației rezultă frecvența pentru amplitudinea A , unghiurile α și β date.

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\Gamma \cdot g \cdot \cos \alpha}{A \cdot \sin \beta}} [s^{-1}] \quad (4.59)$$

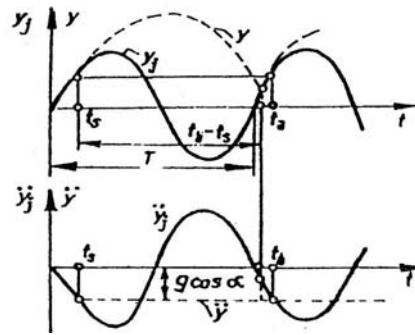


Fig.4.49.

Determinarea spațiului, vitezei și accelerației particulei de material, în timpul saltului pe direcția normală și pe direcția jgheabului, se consideră că viteza particulei în punctul de desprindere este egală cu cea a jgheabului, iar în timpul zborului acționează numai gravitația.

Timpii t_s și t_a depind de indicele de salt, iar timpul de revenire t_a este multiplu întreg sau fracționar al duratei perioadei $1/f$, existând relația:

$$t_a - t_s = \frac{n}{f} \quad (4.60)$$

unde; $n > 0$ indică durata zborului comparativ cu perioada oscilației jgheabului.

Din relațiile (4.60) și (4.57), rezultă:

$$t_a = \frac{n}{f} + t_s = \frac{n}{f} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{\Gamma}\right) \quad (4.61)$$

Întegrând ecuația $y = \int \dot{y} \cdot dt$, și punând condițiile inițiale: $t = t_s$; $\dot{y}(t_s) = \dot{y}_j(t)$; $y = y_j(t_s)$, se deduce relația de dependență dintre n și Γ :

$$\Gamma = \sqrt{\left(\frac{\cos 2\pi n + 2 \cdot \pi^2 \cdot n^2 - 1}{2 \cdot \pi \cdot n - \sin 2\pi n}\right) + 1} \quad (4.62)$$

Reprezentarea grafică a relației (4.62) este dată în Fig.4.50.

Pentru: • $n = 0$, $\Gamma = 1$, $t_s = t_a$ materialul nu este aruncat, deși are loc desprinderea de jgheab.

• $n = 1$, între începutul saltului t_s și momentul de revenire t_a , jgheabul execută o oscilație completă de perioadă $1/f$, rezultând $\Gamma = \sqrt{\pi^2 + 1} = 3.3$.

Limitarea vitezei medii de transport

În practică, la alegerea frecvenței f și a amplitudinii A , se ține seama de mărimea forțelor de inerție care apar în transportorul vibrant.

Derivarea succesivă a relației (4.41) conduce la viteza și accelerația jgheabului:

$$v_j = \dot{s}_j = A \cdot \omega \cdot \cos \omega t \quad (4.63)$$

$$a_j = \ddot{s}_j = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t = -\omega^2 \cdot s_j \quad (4.64)$$

Forța de inerție maximă se poate calcula:

$$F_{i-\max} = a_{j-\max} \frac{G_1}{g} = 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot A \cdot \frac{G}{g} \quad (4.65)$$

în care; $G_1 = G_j + \lambda_c \cdot G$, G_j - greutatea jgheabului, G - greutatea materialului transportat, λ_c - factor de cuplare dat de greutatea materialului aflat în contact cu jgheabul.

În funcție de indicele de salt, se poate calcula factorul de cuplare:

$$\lambda_c = \frac{0,46}{\Gamma} + 0,05 \quad (4.66)$$

Dacă factorul de cuplare este minim, se poate considera că $G_1 \approx G_j$, situație în care se definește caracteristica transportorului, ca fiind raportul dintre accelerația maximă a transportorului vibrant și accelerația gravitațională, fără a considera că cele două accelerații acționează în direcții diferite:

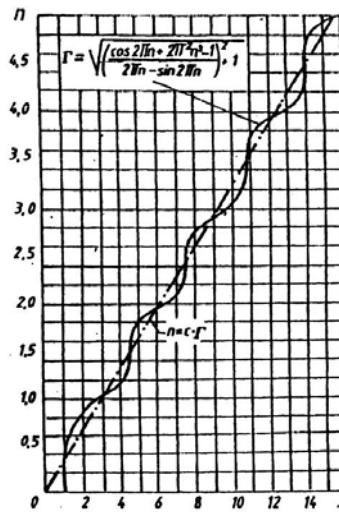


Fig.4.50.

$$K = \frac{F_{i-\max}}{G_j} = \frac{m_j \cdot a_{j-\max}}{m_j \cdot g} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot A}{g} \approx 4 \cdot f^2 \cdot A \quad (4.67)$$

de unde rezultă forța de inerție maximă;

$$F_{i-\max} \approx K \cdot G_j$$

Pentru limitarea forțelor de inerție maxime se recomandă ca transportorul vibrant să posede o caracteristică $K \leq 5$. În funcție de caracteristica transportorului se poate determina indicele de salt, cu relația:

$$\Gamma = \frac{K \cdot \sin \beta}{\cos \alpha} \quad (4.68)$$

Pentru transportorul orizontal, $\alpha = 0$, indicele de salt va fi: $\Gamma = K \cdot \sin \beta$.

Dependența dintre caracteristica transportorului vibrant K , și unghiul β se prezintă în Fig.4.51., conform cu relația (4.68).

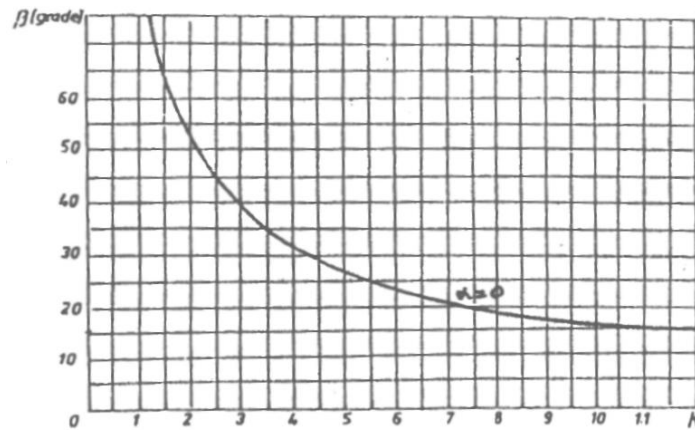


Fig.4.51.

În proiectarea transportoarelor vibrante, pentru o caracteristică K dată, se urmărește obținerea unor viteze de transport maxime cu amplitudini cât mai mici. Se poate demonstra că pentru obținerea unei viteze de transport impusă de debitul necesar de material, Fig.4.52., există numai o singură valoare pentru amplitudine și una singură pentru frecvență.

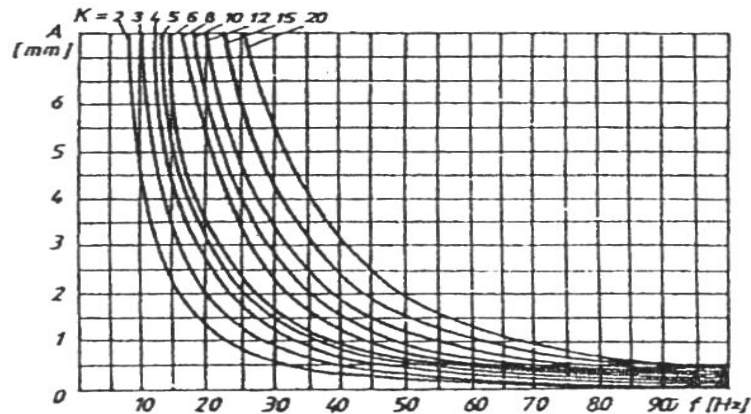


Fig.4.52.

Influența amplitudinii sau a frecvenței asupra vitezei de transport

La transportoarele vibrante, unghiul de înclinare β dintre direcția amplitudinii și direcția jgheabului este fix din construcția acestuia, motiv pentru care se analizează numai in-

fluența amplitudinii sau a frecvenței oscilației asupra vitezei medii teoretice de transport și implicit asupra debitului.

La transportul pe orizontală cu $\alpha = 0$, și cu unghiul β constant, la care se menține și frecvența oscilației constantă, prin modificarea amplitudinii de la A la A' , se obține:

$$A' = a_1 \cdot A \quad (4.69)$$

în care; a_1 -coeficient de multiplicare.

Îndicele de salt Γ , dat de relația (4.62), capătă forma:

$$\Gamma_A = a_1 \cdot \Gamma \quad (4.70)$$

unde indicele A se referă la variația amplitudinii.

Prin analogie, dacă lui Γ îi corespunde Γ_A , lui n îi corespunde n_a și se va determina di relația (4.62) sau din Fig.4.50.

Se poate demonstra că viteza medie teoretică de transport se calculează cu relația:

$$v_{med} = \frac{g \cdot n^2}{2 \cdot k \cdot f} (\text{ctg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (4.71)$$

unde: k -reprezintă valoarea întreagă superioară lui n , α - unghiul de înclinare a jghebului.

Prin particularizare $\alpha = 0$, se obține:

$$v_{med} = \frac{g \cdot n^2}{2 \cdot k \cdot f} \cdot \text{ctg} \beta \quad (4.41')$$

După modificare amplitudinii se obține relația:

$$v_{med-A} = \left(\frac{n_A}{n} \right)^2 \cdot v_{med} \quad (4.42)$$

în care; v_{med} - viteza medie de transport cu $\alpha = 0$ și A, f, β constante.

Dacă se mențin constante unghiul de înclinare β și amplitudinea A , frecvența f se va modifica, astfel:

$$f' = a_1 \cdot f \quad (4.43)$$

în care; a_1 are semnificația din varianta anterioară, iar indicele de salt capătă forma:

$$\Gamma_f = a_1^2 \cdot \Gamma \quad (4.44)$$

unde; indicele f se referă la variația frecvenței.

Dacă lui Γ îi corespunde Γ_f , lui n îi va corespunde n_f care se determină ca și n din diagramă dată în Fig.4.50.

Viteza medie teoretică de transport cu frecvență modificată se obține din relația (4.41') în care se înlocuiesc noile expresii ale parametrilor modificali și rezultă:

$$v_{med-f} = \frac{1}{a_f} \cdot \left(\frac{n_f}{n} \right)^2 \cdot v_{med} \quad (4.45)$$

Dacă se aproximează funcția $n = f(\Gamma)$ cu o dreaptă, care trece prin origine (Fig.4.50), unele dependențe se pot scrie astfel:

$$\bullet n = c \cdot \Gamma \quad (4.46)$$

$$\bullet v_{med-A} = a_1^2 \cdot v_{med} \quad (4.47)$$

$$\bullet v_{med-f} = a_1^3 \cdot v_{med} \quad (4.48)$$

$$\bullet K_A = a_1 \cdot K \quad (4.49)$$

$$\bullet K_f = a_1^2 \cdot K \quad (4.50)$$

Analizând aceste dependențe, se constată că modificarea amplitudinii conduce la

modificări liniare ale forțelor de inerție, iar modificările de frecvență conduc la variații după funcții pătratice. Indiferent de modificările intervenite, de regulă, trebuie păstrată caracteristica transportorului vibrant, $K = K_A = K_f$, condiție care se poate realiza prin creșterea frecvenței de a_1 ori, sau prin creșterea amplitudinii de a_1^2 ori, cu raportul vitezelor medii de transport dat, de relația:

$$\frac{v_{med-A}}{v_{med-f}} = \frac{(a_1^2)^2 \cdot v_{med}}{a_1^3 \cdot v_{med}} = a_1 \quad (4.51)$$

Relația (4.51) conduce la concluzia că, pentru un transportor vibrant cu caracteristici date (f , A , K și β), dacă se impune un K_{max} admis, viteza de transport crește mai mult prin creșterea amplitudinii decât prin creșterea frecvenței. Pentru a realiza K_{max} admis prin creșterea frecvenței, ea trebuie să crească **de atâtea ori cât crește frecvența**.

La transportul prin vibrații trebuie analizată și posibilitatea ca vibrațiile să nu afecteze starea materialului transportat (sfărâmare, degradare).

Clasficarea transportoarelor vibrante

- După rolul și domeniul de utilizare:
 - a).rolul de transport de materiale;
 - b).transport și rol tehnologic (cernerea materialului, uscarea, umezirea, încălzirea, răcirea cântărirea/dozarea.
- După unghiul pe care direcția de transport îl face cu orizontala:
 - a).orizontale și înclinate;
 - b).verticale cu jgeab elicoidal.
- După tipul vibratoarelor utilizate:
 - a).cu excentric (mecanism bielă manivelă), Fig.4.53.;
 - b).inerțiale. Fig.4.54.;
 - c).electromagnetice, Fig.4.55.;
 - d).pneumatice sau hidraulice, Fig.4.56.
- După numărul de vibratoare utilizate:
 - a).cu vibrator singular;
 - b).cu mai multe vibratoare.
- După numărul maselor oscilante:
 - a).cu o masă vibrantă;
 - b).cu mai multe mase.
- După caracterul echilibrării dinamice a construcțiilor:
 - a).neechilibrate (necompensate);
 - b).echilibrate (vibroizolate sau compensate) transversal și longitudinal, Fig.4.57.
- După regimul de lucru:
 - a).prerezonante
 - b).rezonante;
 - c).postrezonante.
- După profilurile organului de transport:
 - a).jgheab (deschis sau închis);
 - b).tub.
- După felul suporturilor de sprijin:
 - a).elastici (arcuri elicoidale sau lamelare, bare de torsiune, spirale plane);
 - b).fiecși, cu pârgii oscilante;
 - c).sistem combinat de suporturi elastici și ficși.

Schemele prezentate, sunt utile pentru alcătuirea modelului mecanic echivalent necesar analizei dinamice, determinării amplitudinii, defazajului maselor vibrante, frecvențelor oscilațiilor proprii sistemului, etapă necesară în proiectarea unui transportor.

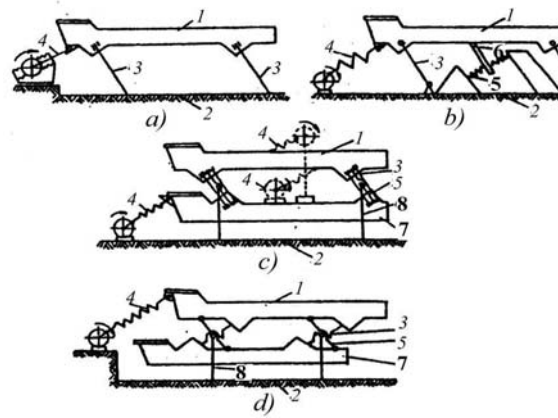


Fig.4.53.

Scheme acționate cu vibrator excentric

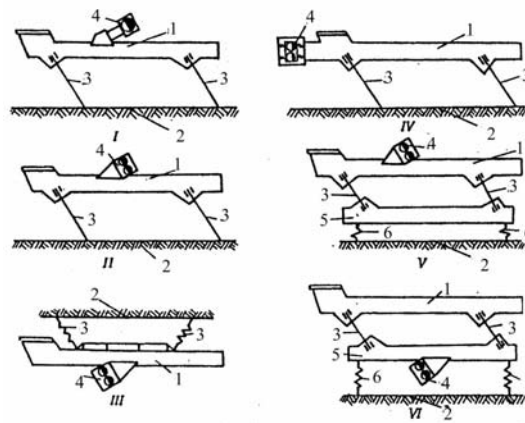


Fig.4.54.

Schemele transportoarelor vibrante acționate cu vibratoare inerțiale

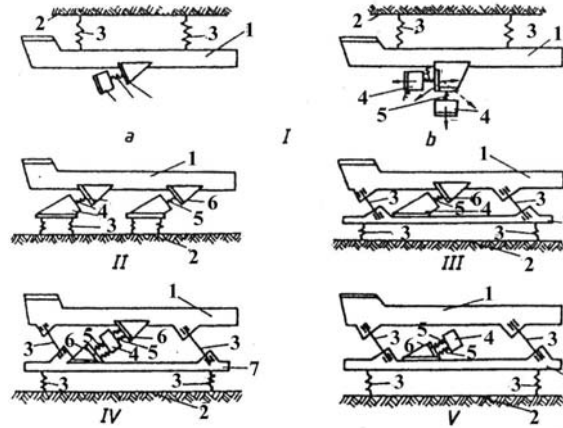


Fig.4.55.

Scheme de transportoare vibrante acționate cu vibratoare electromagnetice

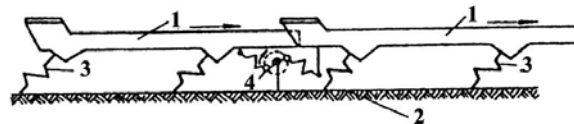


Fig.4.56.

Schema unui transportor vibrant echilibrat longitudinal acționat cu vibrator excentric

Notațiile din Fig.4.53....4.56. Sunt: 1- transportor; 2- fundație; 3- suportți elastici sau oscilanți; 4-vibratoare; 5- arcurile sistemului vibrant; 6- mase oscilante; 7- element de echilibrare; 8- suport fix.

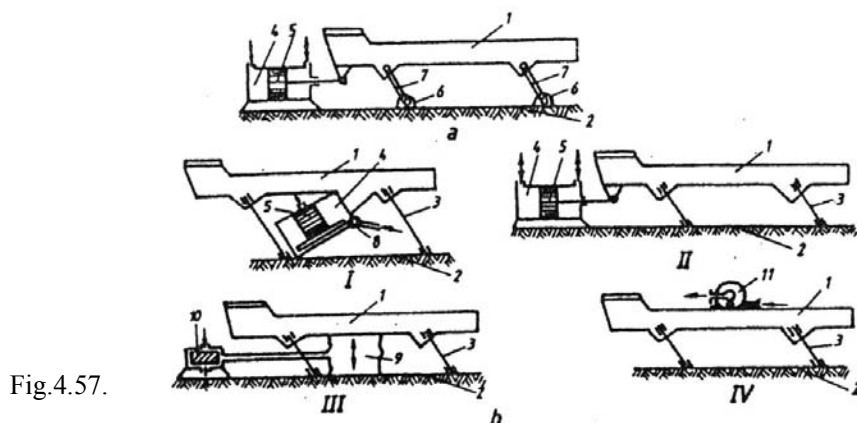


Fig.4.57.

Scheme de transportoare vibrante acționate cu vibratoare pneumatice

Notațiile din Fig.4.57. au semnificația: 1 - transportor; 2- fundație; 3 - suportți oscilanți încastrați la fundație; 4 - vibrator cu piston; 5- piston; 6 - articulație suport oscilant; 7- suport oscilant articulat la fundație; 8 – racord fluid vibrator; 9- sistem elastic; 10 – vibrator cu bară de torsiune; 11- vibrator rotativ excentric.

4.7.5. Dispozitive de transfer intermitent

Forțele de antrenarea obiectului pot fi aplicate de împingătoare sau locașuri antrenate de mecanisme și se consideră ca fiind dispozitive de transfer scurt, pas cu pas. Avansul cu câte un pas se realizează cu mecanisme cu camă, Fig.4.58. (prezentat anterior și în paragraful mecanismelor pas cu pas) și cu mecanisme paralelogram articulat, Fig.4.59., sau cu clichet, Fig.4.60.

În Fig.4.58., obiectele sunt deplasate pas cu pas, pe un jgheab fix prevăzut cu canale în care pătrund împingătoarele i_j . Antrenarea se realizează cu un mecanism prevăzut cu două came, în ordinea următoare:

- **mișcarea de avans** a obiectului o_i , cu un pas pe direcție orizontală, este realizată de cama **1a**, care prin elementul 3, acționat spre dreapta de furca 2 a tachelului oscilant;
- **coborârea împingătoarelor** i_j sub planul jgheabului se realizează împreună cu elementul 3, acționat și de tachelul 4 al camei **1b**, care în deplasarea spre dreapta realizează oscilarea elementelor 5 și 7 care permit coborârea roților de ghidare ale elementelor 6 și 8;

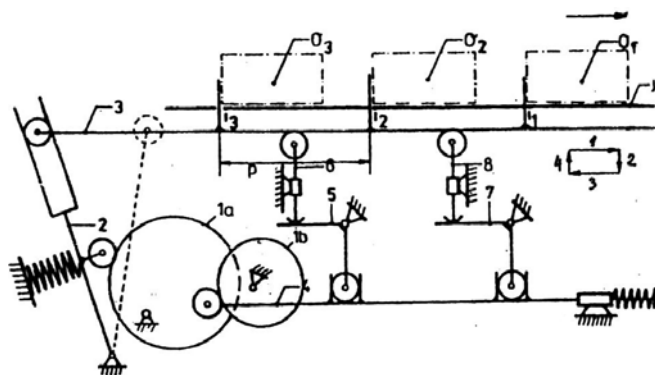


Fig.4.58.

- **retragerea cu pasul p a elementului 3**, se realizează cu tachelul 2 antrenat de cama **1a**;
- **urcarea elementului 3 și a împingătoarelor** deasupra jgheamului în spatele obiectului o_{i+1} , cu ajutorul elementelor 5-6 și 7-8 acționate de cama **1b**, prin deplasarea tachelului 4 spre stânga.

În Fig.4.59., se prezintă schema structurală a mecanismului care deplasează obiectele din locașuri fixe, dispuse succesiv la distanța p . Avansul se realizează pri intermediul apalelogramului articulat la care biela are o **mişcare de translație circulară** și este prevăzută cu locașuri dispuse la distanța p și are o formă asemănătoare cu locașurile fixe. În mișcarea sa, biela pătrunde în canalele practicate în jgheab și preia obiectele o_i, o_{i+1} și o_{i+2} și le transferă în alte locașuri practicate în jgheab. Numărul obiectelor transferate depinde de lungimea bielilor:

$$n = \frac{L}{2 \cdot p} \quad (4.52)$$

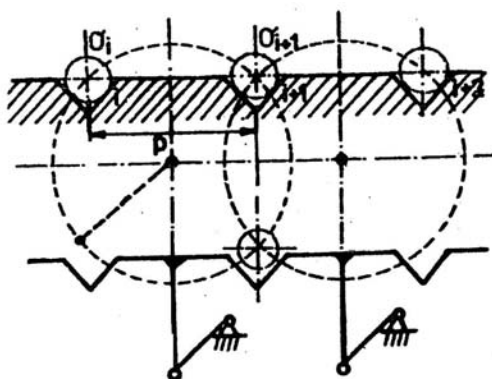


Fig.4.59.

Mecanismul cu clichet care transferă obiectele dintr-un jgheab înclinat într-o coloană verticală, se prezintă în Fig.4.60.

Împingătoarele sunt articulate pe o tijă verticală cu mișcare alternativă. Dispozitivul urcă un obiect o_i cu un pas în jgheabul vertical și este reținut de un clichet **C**, în momentul deplasării tijei în jos.

La cursa următoare, procesul se repetă și este urcat, cu un pas, un nou obiect cu un pas.

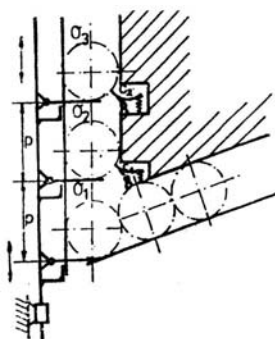


Fig.4.60.

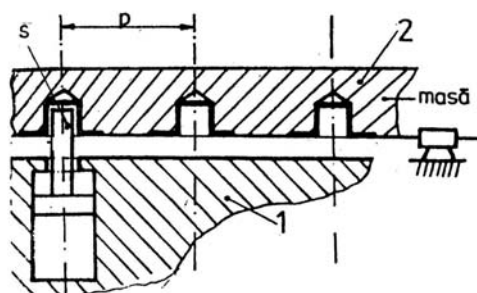


Fig.4.61.

În unele situații, obiectele sunt poziționate cu precizie la sfârșitul unei secvențe de mișcare. În Fig.4.61., se prezintă schema de principiu a unui dispozitiv de divizare cu mișcare de translație. Un mecanism adecvat, deplasează masa 2, în raport cu elementul fix 1.

Pe masa cu mișcare rectilinie, se află obiectul fixat cu un dispozitiv, iar poziția lui este asigurată de sistemul de indexare s , acționat pneumatic.

În Fig.4.62a., se prezintă o masă rotativă de poziționare cu indexare cu arc și retragere manuală cu maneta m .

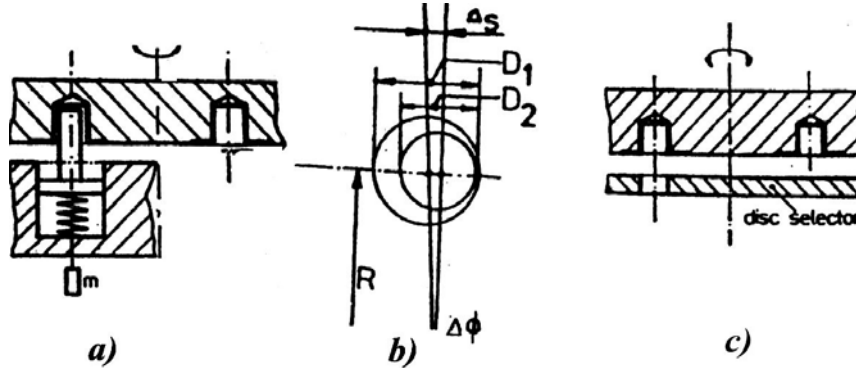


Fig.4.62.

Cursele unghiulare ale mișcării de rotație se programează cu discul selector, Fig.4.62c., care se rotește până când axa orificiului din discul selector corespunde cu axa bușei de indexare din masă.

Eroarea de poziționare se calculează pe baza schemei din Fig.4.62b., cu relațiile:

- pentru masă cu mișcare de translație;
$$\Delta s = \frac{D_2 - D_1}{2} \quad (4.53)$$

- pentru masă cu mișcare de rotație;
$$\Delta \phi = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot R} \quad (4.54)$$

în care, R - raza cercului pe care sunt dispuse găurile de indexare.

Precizia de indexare se poate mări dacă se micșorează jocurile dintre indexor și bușă de indexare utilizând bușe de indexare elastice sau indexarea să se realizeze pe suprafețe conice.

În cazul în care, după indexare, se aplică forțe de lucru asupra obiectului transportat este necesară imobilizarea mesei față de batiu prin sisteme de frânare sau de strângere. Masa poate avea unul sau mai multe grade de mobilitate. În Fig.4.63., se prezintă o masă cu două grade de mobilitate.

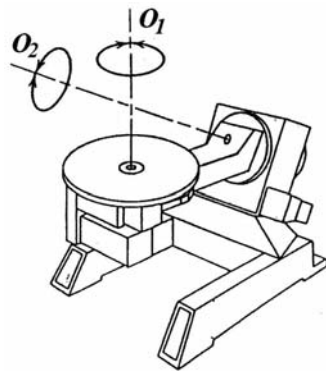


Fig.4.63.

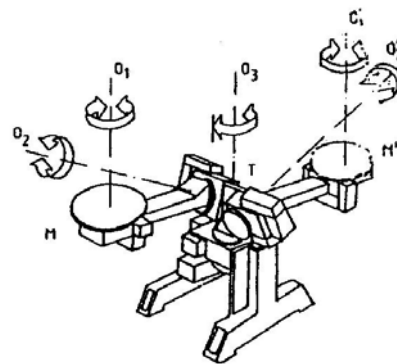


Fig.4.64.

În unele procese tehnologice (de sudare) sunt necesare mișcări combinate, situație în care se utilizează mese cu mai multe grade de mobilitate, Fig.4.64.

Înștalarea pieselor componente necesită o activitate umană și durează suficient de mult, motiv pentru care se dublează posturile de lucru, realizându-se combiații de mese, așa cum se prezintă în Fig.4.65.,două mese cu câte un grad de mobilitate, Fig.4.66.,două poziții de lucru cu câte două grade de mobilitate, Fig.4.67., dublarea posturilor de lucru cu două mese de poziționare simple cu două axe de rotație.

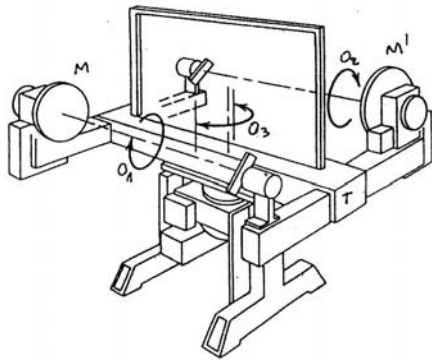


Fig.4.65.

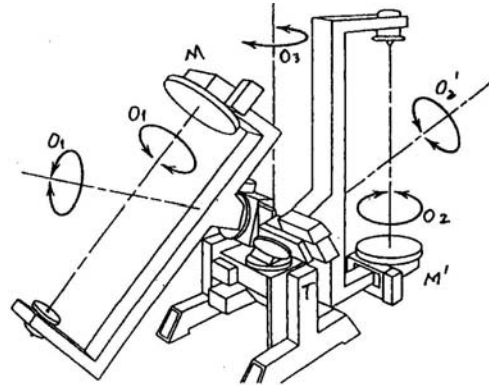


Fig.4.66.

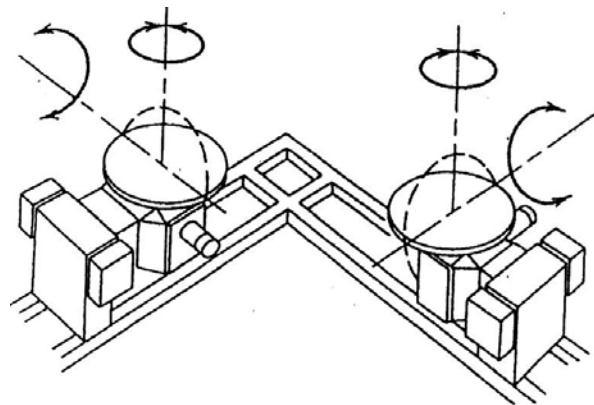


Fig.4.67.

4.7.6. Transfer scurt pe strat sau pernă de aer

Presiunea de aer exercită pe suprafața unui obiect o forță care separă obiectul de suprafața jgheabului, Fig.4.68.și când direcția, mărimea și sensul acestei forțe este convenabil, ea poate fi utilizată la transportul unui obiect sau a unei formații de obiecte. Mișcarea obiectelor poate fi liberă sau ghidată.

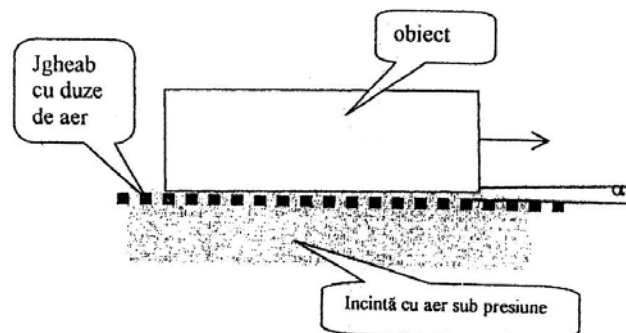


Fig.4.68.

În cazul mișcării libere, se realizează un transport scurt prin alunecare pe strat de aer.

Forța aplicată este verticală și depășește sau egalează greutatea obiectului care *plutește* pe un strat de aer sub presiune.

După modul de realizare a sustentăției obiectelor se disting două posibilități de transfer:

- transfer pe strat (film sau curent de aer, în funcție de grosimea stratului de aer) de aer;
- transfer pe pernă de aer.

În cazul mișcării ghidate, obiectele sunt supuse la legături iar propulsia se face prin forțe date de un curent de aer sub presiune.

a). Transferul pe strat de aer, se utilizează la obiecte cu suprafețe sensibile care sunt curate, netede și plane, Fig.4.68., la care calea de alunecare prezintă găuri circulare, uniform distribuite prin care se suflă aerul sub presiune. Diametrul găurilor, distribuția lor presiunea și debitul de aer depind de greutatea și geometria suprafețelor de așezare a obiectelor manipulate. Unghiul minim de înclinare α , la care obiectele încep să se miște depinde de structura suprafețelor de așezare a obiectelor și este dependent de coeficientul de frecare. Acest unghi crește cu creșterea planeității și a rugozității și cu micșorarea porozității suprafețelor obiectelor transferate. Frecarea scade cu creșterea debitului de aer și cu îmbunătățirea calității suprafețelor pe care alunecă piesele.

b). Transferul pe film de aer, se aplică obiectelor grele când filmul de aer se realizează cu aer comprimat la presiuni de 0,03-0,1 Mpa, prin diuze de 0,2-0,4 milimetri, executate în calea de rulare. Realizarea filmului portant de aer este dată de următorii factori:

- planeitatea macrogeometrică a suprafețelor de așezare;
- distribuția și direcția rizurilor suprafețelor prelucrate;
- planeitatea mcrogeometrică a suprafețelor de așezare (inclusiv mărimea rugozității);
- presiunea și debitul de aer.

Stabilitatea poziției obiectului pe filmul de aer este influențată de modul de curgere a aerului dintre suprafața căii de alunecare și suprafața de sprijin a obiectului. Curgerea aerului trebuie să fie laminară, cu presiunea indicată mai sus.

În timpul transferului pot pătrunde și impurități datorită unei viteze prea mici a debitului de aer. Impuritățile pot provoca zgârieturi căii de alunecare și obiectelor. Prezența unor lichide măresc frecarea, datorită unei vâscozități mai mari ca cea a aerului.

Încărcarea neomogenă a obiectelor transferate produce o dezaxare cu crearea unui interstițiu în formă de pană. Datărită acestei situații, obiectul intră în contact lateral cu calea de ghidare cu urmări împrevizibile.

c). Transferul pe pernă de aer, se realizează cu ajutorul unei incinte cu aer sub presiune care dă o forță rezultantă ce echilibrează greutatea obiectului și a dispozitivului de susținere a acestuia (instalat și fixat). În Fig.4.69., se prezintă o construcție cu mai multe *perne* montate pe suprafața de bază a unui *cărucior*.

O astfel de pernă, Fig.4.70., este construită dintr-un burduf toroidal legat într-un circuit pneumatic. Creșterea presiunii, umflă burduful care creiază o nouă incintă (b), în interiorul torului mărginită de suprafața de sprijin-pardoseală, de suprafața de bază a căruciorului și de suprafața circulară dinspre centrul torului.

În această fază, Fig.4.70a., burduful comunică numai cu circuitul pneumatic. Presiunea din incinta nou creiată este cea atmosferică.

Presiunea din circuitul pneumatic este crescută în continuare până la o valoare la care burduful, prevăzut cu o supapă, pune în legătură circuitul pneumatic cu incinta (b) și presiunea creștela la valoare prestabilită p' , Fig.4.70b. presiunea p' dă naștere unei forțe care ridică căruciorul.

Continuarea creșterii presiunii face ca perna să ridice căruciorul, atât timp cât diferența de nivel depășește înălțimea burdufului umflat maxim și acum începe să scape aer

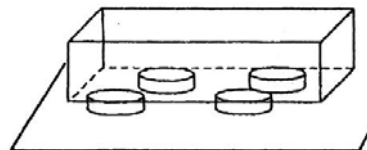


Fig.4.70.

prin fanta creiată de burduf și pardoseală, Fig.4.70c. Acest regim devine staționar și realizează sustentația.

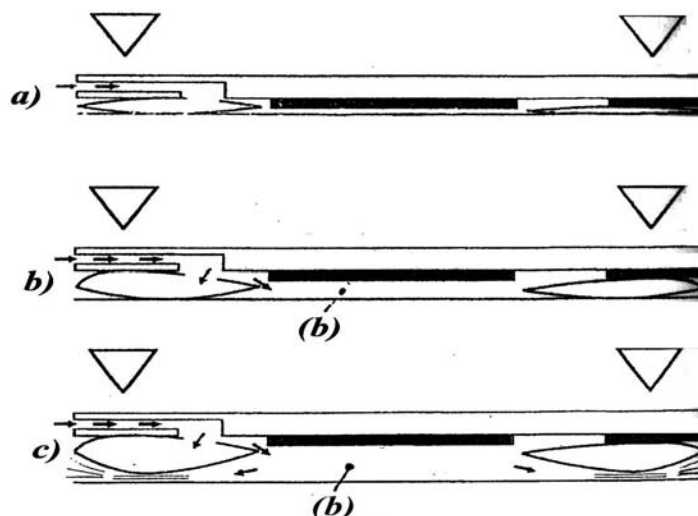


Fig.4.70.

Forța de sustentație crește cu numărul pernelor de aer din dotarea cărucioarelor și sunt utilizate în halele de montaj unde sunt componente cu greutatea foarte mari (vagoane, avioane). Cu aceste cărucioare se realizează forțe mari și precizii de poziționare cu precizie ridicată. La aceste dispozitive de transfer se impune ca pardoseala halelor de montaj să fie dură, impermeabilă, plană.

4.8. Dispozitive de transfer lung

Dispozitivele de transfer între sistemele flexibile sau în posturi îndepărtate ale aceluiași sistem, se numesc dispozitive de transfer lung. **Funcția de transfer lung**, se realizează cu mijloace de transport uzinal de uz general (cărucioare tractate, autovehicole ghidate pe cale de rulare fixă, vehicule autonome pe roți de rulare pe pardoseală, dotate sau nu cu amarată autonome de ridicat și transfer), sau dispozitive specializate.

Dispozitivele specializate sunt:

- cărucioare de manipulat obiecte, palete și containere în sisteme de depozitare;
- cărucioare autonome portobiect;
- roboți de transfer.

Acționarea dispozitivelor de transfer lung specializate se realizează electric cu motoare de curent continuu sau cu acumulatori. Comanda poate fi executată de operator uman sau prin calculator propriu sau central care coordonează procesul de producție și procesele de fabricație parțiale.

În Fig.4.71., se prezintă un **cărucior de manipulat obiecte palete și containere** într-un sistem de depozitare. Căruciorul acționat electric și comandat de operator uman, se deplasează pe șine în lungul sistemului de depozitare.

Sistemul de manipulare este dotat cu:

- o platformă cu deplasare verticală;
- un sistem de rotire a platformei în plan;
- un sistem de deplasare pe orizontală necesar pătrunderii în locașul de depozitare a paletelor sau a containerelor, așezate pe furci, așa cum au stivuitoarele.

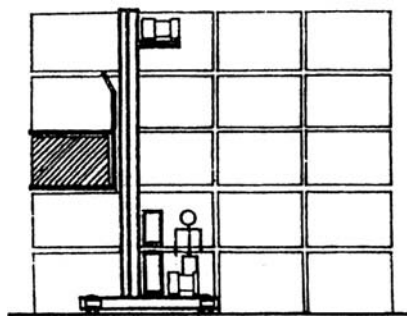


Fig.4.71.

Cărucioarele autonome portobiect, Fig.4.72., sunt vehicule pe roți acționate individual cu motoare electrice alimentate cu energie stocată în baterii de acumulatori purtați. Este dotat cu un dispozitiv de poziționare-fixare (de instalare) a obiectului manipulat. Comanda este telecomandată sau manuală.

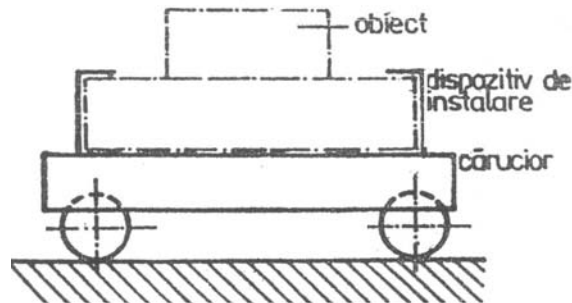


Fig.4.72.

În Fig.4.73., se prezintă două variante de telecomenzi pentru cărucioare autonome, cu cablu îngropat în pardoseală, alimentate cu cureni de înaltă frecvență și cu dispozitiv optic.

Traseele de ghidare se pot ramifica, permițând o flexibilitate mai mare a sistemului de fabricaie deservit de cărucior, programat să parcurgă mai multe trasee codificate. Pentru evitarea ciocnirii de obstacole, ele sunt dotate cu senzori de proximitate cu ultrasunete.

Ghidarea acestor cărucioare autonome se poate realiza și cu marcarea traseului cu **faruri** infraroșii sau ultrasunete și receptori adecvați montați pe carucioare.

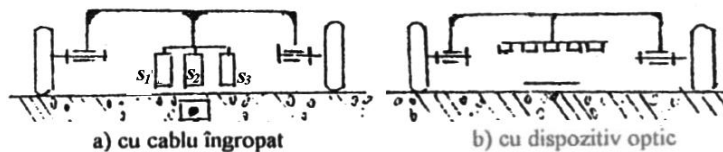


Fig.4.73.

În unele cazuri, ghidarea se realizează cu giroscopae și un program memorat. Schimbul de informații cu calculatorul central se realizează cu ajutorul unor posturi de schimb de informații, iar încărcarea acumulatorilor se realizează la posturi specializate unde căruciorul este ghidat automat.

Mișcarea unui asemenea cărucior se realizează astfel:

- încărcarea din depozit a obiectului pe cărucior;
- instalarea (fixarea) obiectului pe cărucior;
- deplasarea până la prima stație de lucru;
- poziționarea și fixarea căruciorului în raport cu utilajul de lucru (indexarea);
- staționarea și efectuarea operației de prelucrare programată;
- eliberarea căruciorului cu obiectul pe el;
- deplasarea la următoarea stație de lucru și așa mai departe până la terminarea execuției obiectului;
- oprirea în depozit;
- defixarea obiectului;
- descărcarea și depozitarea.

Încărcarea/descărcarea se realizează manual sau cu dispozitive de transfer scurt îmbarcate, Fig.4.74., dispozitive de descărcat fixe, Fig.4.75., sau cu robot purtat, Fig.4.76.

Dispozitivele de descărcare fixe acționează în momentul în care prezența căruciorului este semnalată în dreptul stației de descărcare. Se comandă, automat, ridicarea pistoanelor din cilindrii hidraulici care transferă obiectul de pe cărucior pe suport, căruciorul pleacă și obiectul este preluat de alt dispozitiv, robot, etc, și continuă traseul tehnologic.

Schema unui cărucior cu robot reprezintă o instalație IOH purtată de cărucior.

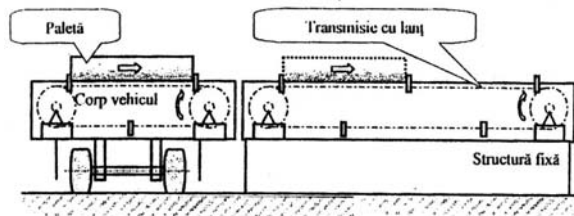


Fig.4.74.

Robotul realizează transportul obiectului manipulat, executând următoarele secvențe:

- prehensiunea obiectului;
- aducerea sa într-o poziție convenabilă în raport cu căruciorul;
- eliberarea obiectului.

Deplasarea caruciorului pe un traseu adecvat, dintr-o poziție inițială în una finală, se realizează de către robocar, urmând o traiectorie prestabilă. Comanda robotului se realizează de un operator uman îmbarcat (manipulator de transfer), prin telecomandă (telemanipulator de transfer), pe baza unui program (robot propriu-zis) sau mixt.

Domeniile de utilizare ale dispozitivelor de transfer lung sunt:

- transfer de obiecte în industrie;
- transfer poștal în birouri (*mail mobil*);
- transfer persoane (circuite de vizitatori);
- aplicații de montaj fără bandă rulantă.

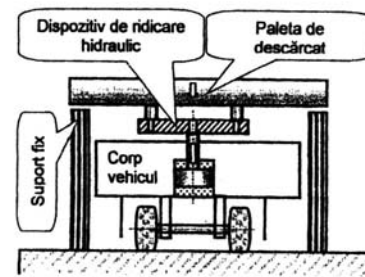


Fig.4.75.

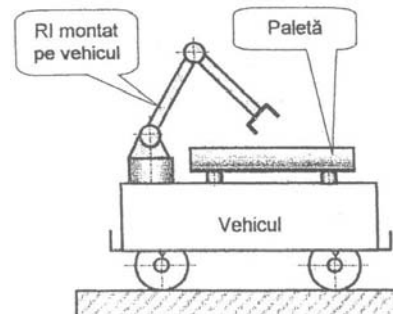


Fig.4.76.

5. Dispozitive/elemente de separare-reunire

5.1. Funcția de separare-reunire

Funcția de separare-reunire realizează operații inverse una celeilalte. Prin separare se realizează dirijarea obiectelor transferate de pe un flux, pe mai multe fluxuri sau trasee de transfer, într-o ordine oarecare sau impusă. Prin reunire se realizează un flux de obiecte pe care le captează, într-o ordine oarecare sau impusă, de pe mai multe trasee de transfer.

Principial un dispozitiv de separare se transformă într-unul de reunire prin schimbarea sensului parcurs în flux. De notat că, pot fi utilizate numai ca dispozitive de separare și dispozitivele de ordonare separare, prezentate în figurile 3.15., 3.16., 3.17., 3.18.

Din punct de vedere constructiv, dispozitivele de separare-reunire se pot clasifica astfel:

- dispozitive de separare-reunire de **tip macaz**, cu axa orizontală sau verticală;
- dispozitive de separare-reunire de **tip clapetă**, care prin comandă permite selectarea unor anumite trasee, la anumite faze de funcționare a instalației din care face parte dispozitivul;
- dispozitive de separare-reunire **cu element de captare**, cu mișcare de rotație sau translație continuă sau alternativă, într-o gamă variată de asemenea dispozitive.

5.2. Variante constructive

În Fig.5.1a., se prezintă schema de principiu a unui dispozitiv de separare (repartizare) de tip macaz cu ax orizontal. Obiectele se deplasează pe jgheabul continuu (J) până la elementul de jgheab (E), care are rolul de macaz. În funcție de poziția acestuia, deplasarea obiectelor poate fi dirijată succesiv pe jgheabul 1, 2, 3. Poziția elementului (E) este comandată, de sistemul de comandă al IAE, în mișcare de oscilație în jurul axei orizontale (O).

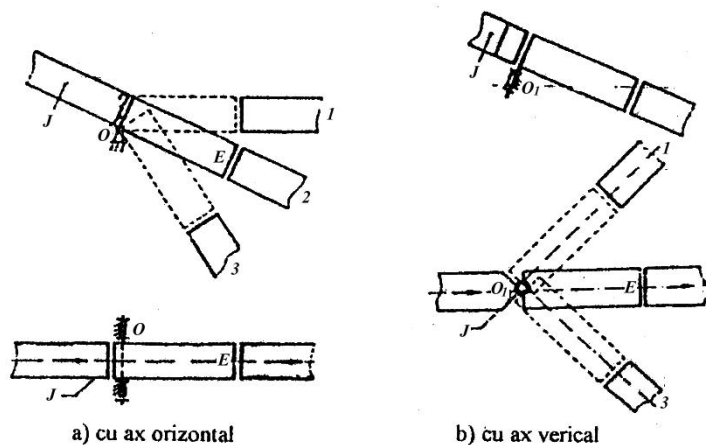


Fig.5.1.

a) cu ax orizontal

b) cu ax vertical

În Fig.5.1b., se prezintă schema unui dispozitiv de separare, de tip macaz, cu ax vertical. Elementul (E) se rotește în jurul axei O_1 , poziționându-se în dreptul unuia din jgheaburile 1, 2, 3, în vederea dirijării fluxului de obiecte pe traseul dat.

Repartizarea pe mai multe fluxuri se poate realiza și cu dispozitive prevăzute cu clapete de dirijare, Fig.5.2., comandate de sistemul de comandă al IAE. Clapeta poate fi comandată și de obiect, Fig.5.3, care se deplasează într-un tub central și apoi deviat în tubul (T1) prin rotirea clapetei (C), iar următorul obiect va fi dirijat spre tubul (T2), distribuția realizându-se în mod alternativ.

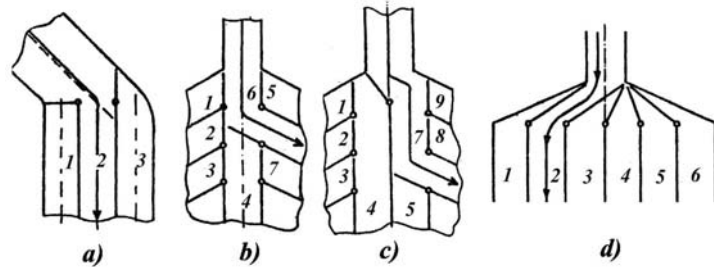


Fig.5.2.

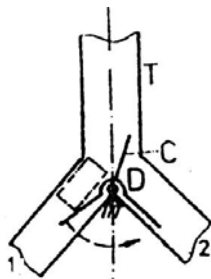


Fig.5.3.

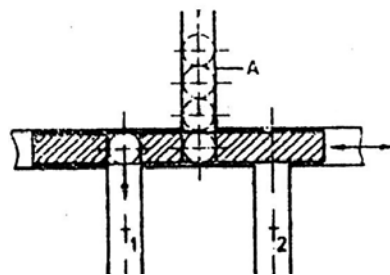


Fig.5.4.

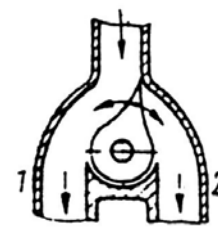


Fig.5.5.

În Fig.5.4., se prezintă un dispozitiv cu împingător, având mișcare de translație alternativă, repartizând obiectele extrase din acumulatorul (A), în tuburile (T1), (T2), în funcție de comandă. În Fig.5.5., se prezintă o variantă de distribuție, pe două trasee, cu o clapetă basculantă, comandată.

Fluxul de obiecte poate fi separat în două fluxuri paralele și ordonate, cu un dispozitiv prezentat în Fig.5.6., pe un flux, obiectele cu număr par și pe celălalt flux, obiectele cu numere impare.

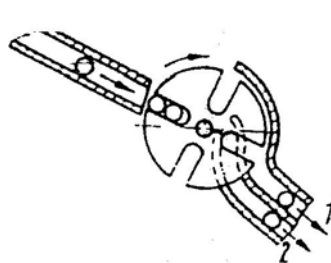


Fig.5.6.

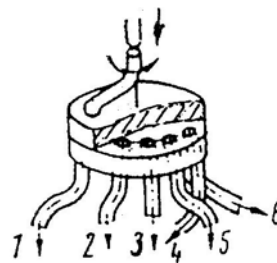


Fig.5.7.

Această separare se realizează cu un element de captare rotativ, prevăzut cu canale configurate convenabil, care preia din fluxul principal câte o pereche de obiecte la o rotație de (90°) și livrează prin canale înclinate.

Dispozitivul din Fig.5.7., asigură preluarea obiectelor și livrarea succesivă în cele 6 canale de livrare. Distribuția pe canale se realizează cu un element de captare rotativ, cu locașuri dispuse circumferențial, cu o configurație specifică formei obiectului.

Fluxul de obiecte alimentate pe un jgheab înclinat, poate fi distribuit, pe unul din traseele prevăzute, cu ajutorul unui dispozitiv care translează jgheaburile de separare printr-o mișcare de translație, la anumite poziții indexate după comandă, Fig.5.8.

Fig.5.8.

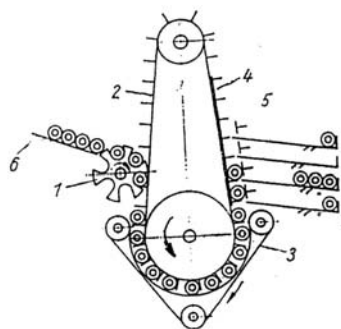
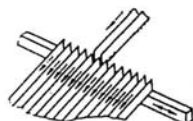


Fig.5.9.

În Fig.5.9., se prezintă un dispozitiv de separare, constituit din jgheabul de alimentare (6), dispozitivul de captare (1), depozitul cu bandă (3), transportorul cu lanț (2) prevăzut cu racleții de transportare (4), sistemul de clapete (5) care opturează jgheaburile de transfer, capabile să livreze obiectele pe 4 trasee de livrare, la comandă.

Pentru reunirea a două fluxuri de obiecte se utilizează dispozitive de reunire ca în Fig.5.10., construite din două canale de transfer, fără a se asigura o anumită ordine. Pentru obținerea unei reuniuni, într-o anumită ordine, se utilizează dispozitivul de reunire din Fig.5.11., la care transportoarele (1) și (2), transportă obiectele O' , respectiv O'' . Ordonarea se realizează pe baza vitezelor de transport diferite, cu raportul $v_2 = N \cdot v_1$. De pe transportorul (2) sunt eliberate N obiecte O'' , în intervalul de timp în care transportorul (1) transportă un singur obiect O' . Formația de obiecte rezultată va fi structurată conținând $N+1$ obiecte, N obiecte de tipul O'' , urmate de un obiect de tipul O' .

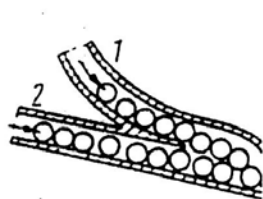


Fig.5.10.

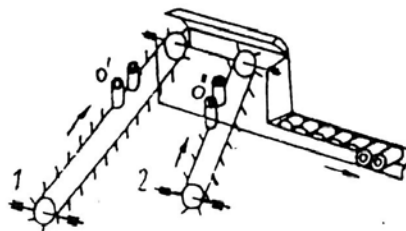


Fig.5.11.

Dacă $N=1$, formația de obiecte rezultată prin reunire, conține alternativ, câte un obiect din fiecare tip. Pentru realizarea unor grupe ordonate, în poziție impusă de ordinea de montaj, se utilizează un dispozitiv de reunire la care obiectele sunt blocate la comandă de opritoare. Opritoarele pot avea mișcare alternativă de translație, Fig.5.12., sau de rotație, ca în Fig.5.13., unde reunirea se realizează pe baza obiectelor extrase din două acumulatori verticale. Reunirea poate fi alternativă, realizată cu câte un obiect de fiecare tip, dacă extractoarele au același număr de locașuri cu mișcare identică, sau ordonată după anumite criterii, dacă mișcările sunt realizate, pe bază de comandă, sau prin numărul diferit de locașuri la extractoare, când au mișcare sincronă, Fig.5.14.

De regulă, forma constructivă a dispozitivelor de separare-reunire este dependentă de geometria obiectelor manipulate și de structura formației care se realizează.

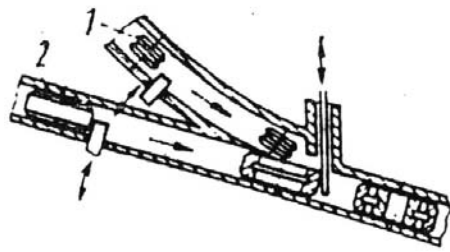


Fig.5.12.

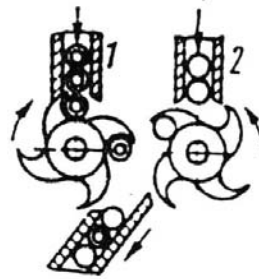


Fig.5.13.

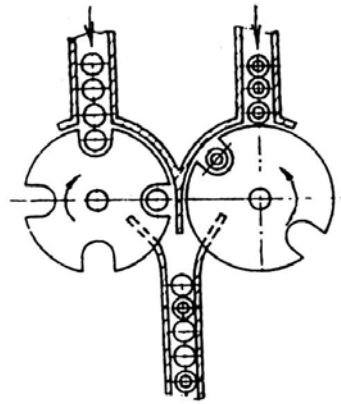


Fig.5.14.

6. Dispozitive de măsurare și control

6.1. Generalități

Dispozitivele de control de existență și dimensional, realizează funcțiile aducătoare de control de existență a obiectului manipulat, respectiv, a controlului dimensiunilor sau a unor proprietăți detectabile și măsurabile, a formei obiectului sau a altor parametri impuși.

Funcția de control de existență are ca scop, verificarea dacă un obiect manipulat a ajuns într-o anumită poziție sau dacă ocupă poziția corectă.

Funcția de control dimensional conține: verificarea dacă una sau mai multe dimensiuni ale obiectului corespund prescripțiilor, respectiv dacă forma geometrică a obiectului este corectă.

Controlul include și ideea de calitate, deoarece cuprinde operația de măsurare și procesul de comparare a valorii măsurate cu o valoare de referință. Prin control se stabilește dacă valoarea mărimii respective corespunde condițiilor inițial impuse.

Verificarea, noțiune apropiată de noțiunea de control, are ca scop să stabilească dacă valoarea determinată corespunde valorii sau valorilor impuse.

Măsurarea, controlul, verificarea și alegerea mijloacelor de măsurare constituie o problemă de optimizare tehnico-economică.

Prin unitate de măsură se înțelege:

- mărimea de aceeași speță cu mărimea de măsurat, care este aleasă în mod arbitrar ca termen de comparație;
- cantitatea adoptată ca măsură unitară și în funcție de care se exprimă valoarea mărimilor de aceeași natură;
- mărimea care servește ca măsură de bază pentru toate mărimile de același fel.

Pentru stabilirea unității de măsură se impun următoarele condiții:

- să fie bine definită;
- să poată fi ușor reprodusă fizic și să poată fi ușor de păstrat;
- să fie compatibilă cu mărimea de măsurat, cu o precizie suficientă.

Rezultatul măsurării este valoarea efectivă E care, în raport cu unitatea de măsură corespunzătoare, arată de câte ori ea este mai mare sau mai mică decât unitatea de măsură U , conform relației:

$$E = K \cdot U \quad (6.1)$$

în care; K – număr întreg sau zecimal.

Mijloacele de măsurare realizează determinarea mărimii K și implicit a valorii efective E , cu o anumită precizie.

Clasificarea mijloacelor de măsurare se realizează după:

- precizia realizată;
- complexitate;
- destinație,

așa cum se prezintă în Fig.6.1.

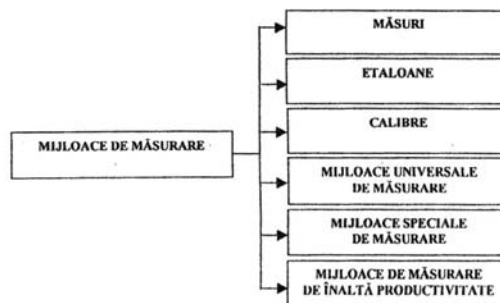


Fig.6.1.

Măsurile sunt corpuri, substanțe cu ajutorul cărora se reproduce sau se concretizează unitatea de măsură și se deosebesc astfel:

- măsurile cu valoare constantă, numite **cale**;
- măsurile cu valoare variabilă, care reproduc orice valoare multiplu sau submultiplu al unității de măsură între anumite limite, cum sunt metrul și riglele cu diviziuni, ruleta cu cadran gradat circular, raportoarele.

Etaloanele (măsurile model sau aparate de măsurare model) reproduc unitatea de măsură cu cea mai înaltă precizie metrologică. Etaloanele servesc la materializarea, păstrarea și transmiterea unității de măsură.

Calibrele sunt instrumente fără diviziuni și care servesc la limitarea variației (abatere) dimensiunilor, formei geometrice și poziției reciproce a suprafețelor pieselor.

Mijloacele universale de măsurare sunt instrumente și aparate de măsurare cu scară gradată, cu ajutorul cărora se determină valori efective sau abateri efective ale mărimilor măsurate în anumite limite.

Mijloacele speciale de măsurare sunt instrumente sau aparate pentru măsurarea mărimilor metrologice caracteristice unor suprafețe sau asamblări specifice (micrometrul pentru filete, micrometrul cu talere pentru roți dințate, evolventmetrul, etc).

Mijloacele de măsurare de înaltă productivitate sunt dispozitive de control, mașini automate de măsurare, instalații de sortare, instalații pentru control statistic, cu o productivitate înaltă, destinate măsurării și controlului în producția de serie.

Metodele de măsurare reprezintă totalitatea operațiilor executate pentru măsurarea valorilor unei anumite mărimi cu ajutorul unui anumit mijloc de măsurare în anumite condiții exterioare (temperatura și umiditatea mediului, existența sau lipsa vibrațiilor, etc), în anumite condiții specifice (poziția piesei în timpul măsurării, numărul și poziția punctelor sau secțiilor în care se execută măsurătoarea, numărul de măsurători în același punct) și cu anumite condiții de prelucrare și interpretare a rezultatelor. Metodele de măsurare se clasifică în două grupe importante:

- **de laborator** (care țin seama de erorile de măsurare și dau o precizie mai mare);
- **tehnice**, la care nu este necesară determinarea erorii de măsurare, întrucât mijloacele de

Tabelul 6.1.

Clasificarea metodelor de măsurare	
Absolută	Se determină valoarea absolută (totală) a mărimii (dimensiunii) măsurate
Relativă (comparativă)	Se determină abaterea efectivă a mărimii date față de valoarea nominală sau față de valoarea medie prescrisă a aceleiași mărimi
Directă	Se determină nemijlocit (prin citire directă pe instrument sau aparat) valoarea absolută sau abaterea mărimii date
Indirectă	Se măsoară una sau mai multe mărimi care intră într-o relație, într-un grafic sau într-o tabelă pentru determinarea valorii absolute sau a abaterii mărimii căutate
Complexă	Se determină conturul efectiv al suprafețelor complexe sau suma erorilor diferitelor elemente (mărimi) caracteristice
Diferențială (pe elemente)	Se determină valoarea absolută sau abaterea fiecărei mărimi caracteristice a unei suprafețe
Cu contact	Suprafața de măsurare a instrumentului sau aparatului vine în contact cu suprafața piesei care se măsoară
Fără contact	Mijlocul de măsurare nu este prevăzut cu suprafață de măsurare sau cu palpator și deci nu se realizează un contact direct cu mecanismul de amplificare al aparatului

măsurare folosite au o eroare limită, eroare de clasa de precizie, cunoscută și suficient de mică pentru scopul practic considerat. Clasificarea acestor metode se prezintă în Tabelul 6.1.

Metodele și mijloacele de măsurare sunt caracterizate de o serie de indici metrologici, prezența mai jos.

- **scara gradată** –repere care reprezintă un șir de valori succesive ale mărimii de măsurat;
- **diviziune** –intervalul dintre centrele a două repere consecutive ale scării gradate, notată convențional cu litera *c*;
- **valoarea diviziunii** –valoarea mărimii măsurate sau valoarea variației mărimii măsurate corespunzătoare unei diviziuni, notată în relațiile de calcul cu *i*;
- **indicația aparatului de măsurare** –valoarea rezultată în urma măsurării cu mijlocul respectiv, obținută prin înmulțirea indicațiilor citite pe scara gradată cu constanta aparatului;
- **precizia citirii** –precizia atinsă la citirea indicațiilor pe scara gradată a unui anumit aparat, fracțiuni ale unei diviziuni de 0,1 până la 0,5;
- **limitele de măsurare pe scara aparatului** –valoarea maximă și minimă ale mărimii măsurate, corespunzătoare reperelor extreme ale scării gradate;
- **limitele de măsurare ale aparatului, în general** –valoarea maximă și minimă ale mărimii măsurate;
- **domeniul de măsurare al aparatului** –diferența dintre limita superioară și limita inferioară de măsurare;
- **constantă aparatului** –raportul dintre valoarea mărimii de măsurat și valoarea citirii, care se înscrie pe aparat sub forma - $\times 1$, $\times 10$, $\times 30$;
- **pragul de sensibilitate** –cea mai mică valoare sau variație a mărimii măsurate, capabilă să provoace o variație sesizabilă a indicațiilor aparatului;
- **raportul de amplificare** –raportul dintre deplasarea liniară sau unghiulară a acului indicator sau a spotului luminos, a scării gradate față de un indice fix și variația mărimii măsurate care provoacă această deplasare;
- **forța de măsurare** –forța prin care se realizează menținerea contactului dintre suprafața de măsurare a aparatului și suprafața obiectului supus măsurării;
- **capacitatea de suprasarcină** –capacitatea unui mijloc de măsurare de a suporta, fără a suferi defecțiuni, sarcini care depășesc forța de măsurare stabilită și determină depășirea limitelor de măsurare pe scara gradată;
- **durabilitatea** –capacitatea unui mijloc de măsurare de a avea o durată de serviciu prestabilită în condiții de exploatare normală;
- **fiabilitatea metrologică** –capacitatea mijlocului de măsurare de a funcționa cu o probabilitate maximă prestabilită, fără depășirea erorilor tolerate de-a lungul unui interval de timp dat și în condiții de exploatare obișnuite.

6.2. Activități de control-măsurare în conducerea fabricației

Controlul competent, efectuat cu precizie și productivitate, constituie atributul esențial al unei producții moderne și este factorul hotărâtor în conducerea proceselor de fabricație.

În Fig.6.2.se prezintă rolul și locul controlului în conducerea fabricației. Obiectivizarea și automatizarea supravegherii calității, în contextul severității calitative și a unei flexibilități tehnologice cât mai mari, a deplasat controlul în producția industrială de la formele **în afara procesului**, la cele, **în sau cu implicații asupra procesului**. Coordonarea proceselor de fabricație, presupune informații prin **control-măsurare** despre starea sistemului, cu următoarele aspect:

- controlul trebuie realizat cu o productivitate cel puțin egală cu cea a prelucrării, adică, mijloacele de măsurare folosite trebuie să îndeplinească unele caracteristici specifice, condiționate de tipul procesului tehnologic de prelucrare și control;
- precizia de măsurare a mijlocului cât și a sistemului în ansamblu trebuie să corespundă obiectiv procesului de prelucrare și destinației pieselor prelucrate;

- procesele tehnologice trebuie să asigure o calitate corespunzătoare, pe care controlul prin măsurare să o determine și să o garanteze.

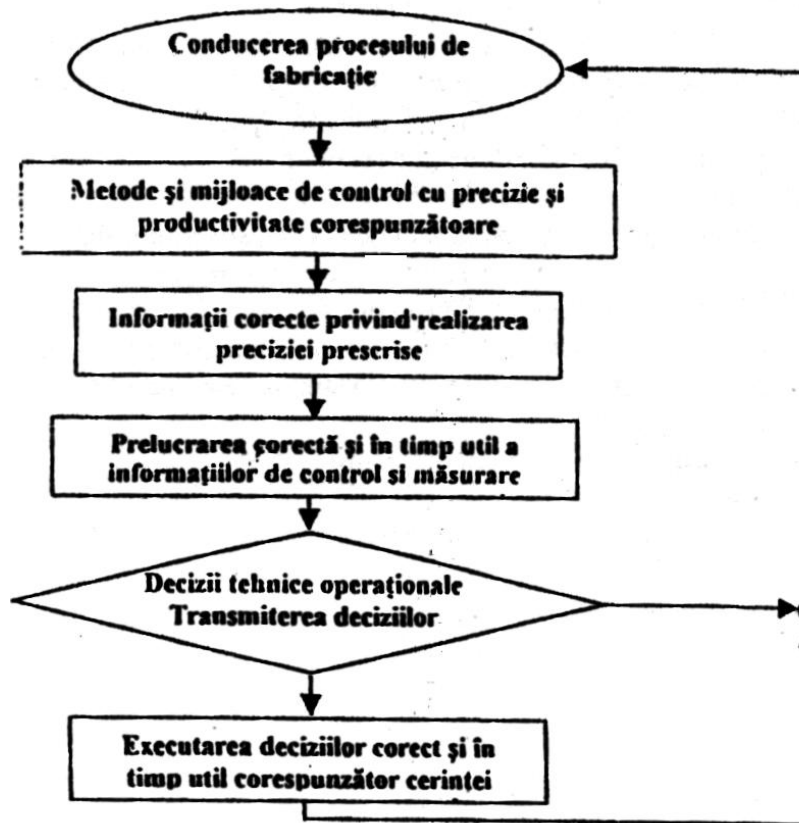


Fig.6.2.

Între diversele posibilități de control, controlul *în afara procesului, în proces* și prin *selecție*, liniile despărțitoare nu sunt rigide. În general, datele furnizate de oricare tip de control se pot utiliza pentru reglarea sau corectarea proceselor de fabricație. În cazul controlului *în afara procesului* sau prin *selecție*, circulația informației este mai greoaie.

Procedeele de control, *în sau cu implicații în proces* și în unele situații chiar *în afara procesului cu feed-back*, conduc la posibilitatea ca rezultatele controlului, măsurătorii să ducă la oprirea prelucrării în fabricație, pe baza unor condiții stabilite.

Procedeele de control *în sau cu implicații în proces*, nu sunt tehnic posibile în toate cazurile, presupunând utilizarea unor mijloace costisitoare în raport cu rezultatele obținute. De reținut că, automatizarea completă nu este economică pentru seriile mici și mijlocii de producție. Se poate utiliza automatizarea parțială a controlului în anumite faze de fabricație.

Aplicarea sistemelor de control-măsurare semi sau complet automatizate în tehnica fabricației este determinată și de considerentele economice.

În Fig.6.3., se prezintă o clasificare a metodelor și mijloacelor de măsurare și control.

Sistemele automate de control pasiv, Fig.6.4., au în componența lor următoarele subsisteme:

- instalații de aducere / evacuare IAE;
- automate de control;
- mașini de măsurat.

Automatele de control și mașinile de măsurat specializate au în componență:

- dispozitivul de lucru în care se prelucrează obiectul;

- suportul capului de măsurare;
- capul de măsurare.

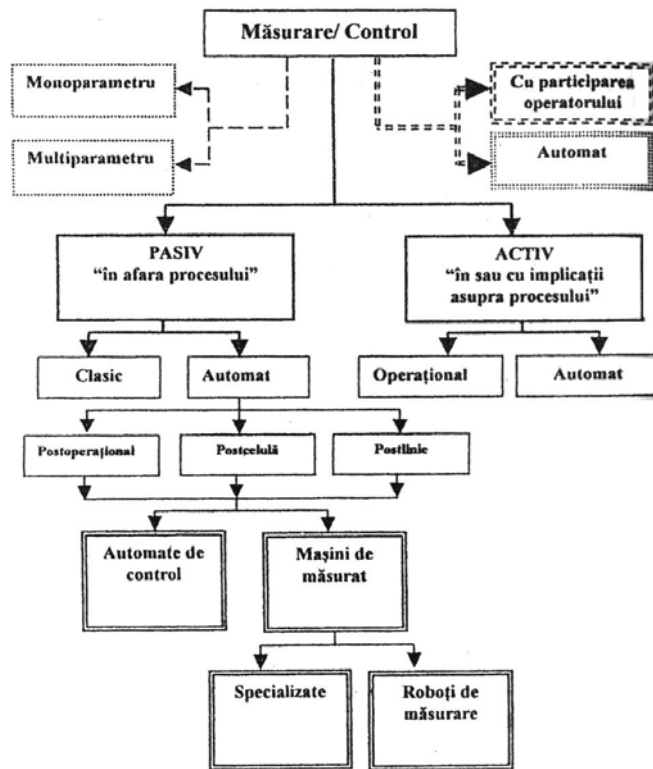


Fig.6.3.

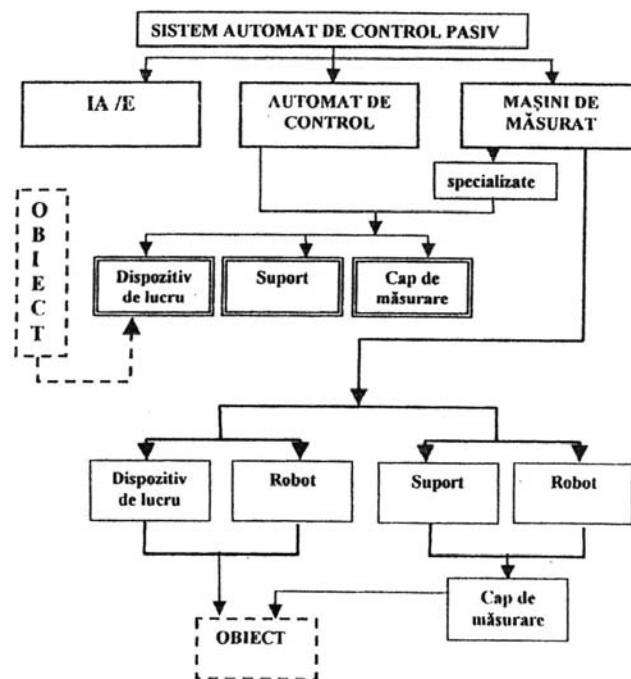


Fig.6.4.

Mașinile de măsurat cu roboți de măsurare au în componența lor, un dispozitiv de lucru sau un robot de manipulare a obiectului de măsurat și un suport sau robot prevăzut cu cap de măsurare ce acționează asupra obiectului. O scară a diferitelor trepte de automatizare în control-măsurare, după Stanford Research Institute S.U.A., se propune în Tabelul 6.2.

Tabelul 2.6.

Trepți de automatizare în activitățile de control-măsurare					
Treapta	Sursa de informații	Energia	Prezentarea treptei		
10	Mediu exterior/ program variabil (programabilitate)	Mecanică	Mijloc care se perfecționează (inteligent artificial).		
9			Mijloc care își adaptează programul de operații (adoaptă programe diferite potrivit împrejurării date).		
8			Mijloc care își autocorectează programul în funcție de condițiile externe (mijloc cu control adaptiv).		
7		Hidraulică	Mijloc universal de control programabil (sistem sau centru de control cu control analogic sau cu comandă numerică).		
6		Pneumatică	Mijloc automat de control monooperație programabil (cu control analogic sau cu comandă numerică).		
5		Program fix		Mijloc automat de control și/sau sortare, și/sau asamblare rigidă.	
4				Mijloc automat monooperație (automat de control rigid, linie de control cu transfer rigid).	
3		Om		Mijloc mecanizat și/sau comandat manual.	
2				Umană	Mijloc de mână (instrument limitativ în decizie)
1				Mina (control indirect prin execuția operației).	

Treptele urcă, în funcție de măsura automatizării interacțiunii comandă-execuție și timp-energie-mijloace. Utilizarea echipamentelor de prelucrare electronică a datelor referitoare la calitate, asigură un anumit grad de automatizare a controlului proceselor.

Combinarea mijloacelor de măsurare automată cu echipamente de prelucrare a datelor, orientează către perfecționări radicale în domeniul sistemelor de date referitoare la calitate. Există trei domenii, semnificative, care deschid căi noi pentru progrese în domeniul calității:

- mijloace de măsurare cu citire rapidă, în flux sau continuă;
- calculatoare analoge în flux cu repartizarea timpului și calculatoare digitale;
- controlul automat al datelor de feed-back informațional.

Controlul automat, pe baza măsurării, poate comanda:

- funcționarea mașinii și reglarea sa intermediară;
- mecanismele pentru sortarea pieselor prelucrate.

Structura dispozitivului de măsurare-control automat este dată în Fig.6.5.

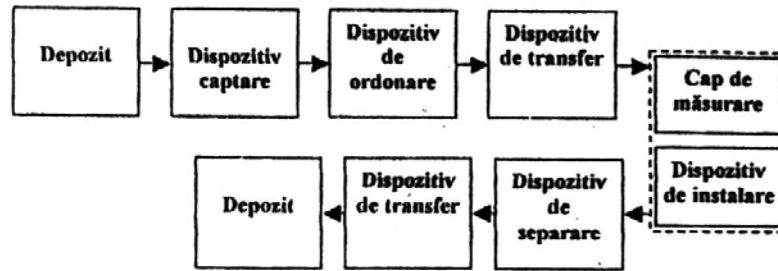


Fig.6.5.

Dispozitivele de control pasiv cu structura prezentată, mai sus și funcțiile prezentate în Fig.6.6a, cu un exemplu de schemă structurală dată în Fig.6.6b., în care sunt evidențiate:

- 1-depozit (I -în vrac, II -acumulator);
- 2 -livrare;
- 3 -transfer;
- 4 -control dimensional;
- 5 -fixare în dispozitivul de măsurare;
- 6 - control activ;
- 7 - (I -selectare, II -ordonare);
- 8 -livrare.

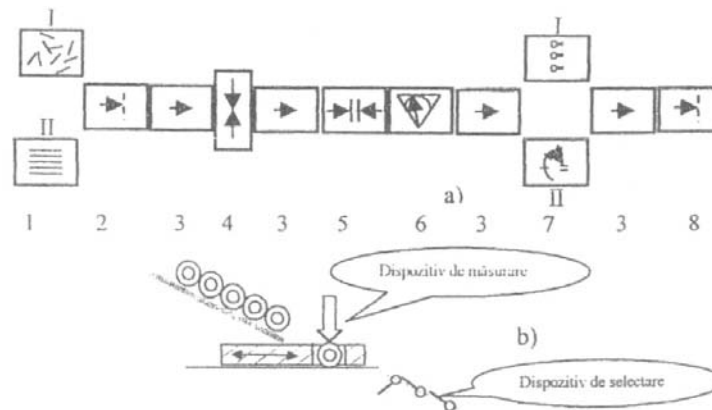


Fig.6.6.

În Fig.6.7a., se prezintă utilizarea unui senzor tactil (T), sau a unui senzor de proximitate (P), Fig.6.7b., pentru controlul dimensional a obiectului (o) care se deplasează într-n jgheab (J). Dacă abaterea înălțimii obiectului depășește toleranța pozitivă $+\Delta h$, la trecerea obiectului se atinge senzorul tactil (T) sau senzorul de proximitate (P) și se semnalează această situație.



Fig.6.7.

În Fig.6.8., se prezintă schema de principiu a unui dispozitiv de control dimensional dotat cu laser și un senzor video. Fascicolul laser este deviat prin intermediul oglinzii (O), care oscilează și se translează perpendicular pe planul figurii. Lumina reflectată de suprafața (S) impresionează senzorul vizual (V). Aceste semnale sunt analizate de sistemul de comandă a IAE și se compară cu dimensiunile memorate în *faza de instruire*.

Capul de măsurare, este o parte componentă a dispozitivului de masurare și are rolul de a palpa obiectul de măsurat. La atingerea obiectului, capul de măsurare emite semnale, de regulă, binare care sesizează abaterile dimensionale. În Fig.6.9a., se prezintă schema structurală a unui cap de măsurare cu contacte mecanice. Mișcarea palpatorului 1, se transmite prin intermediul unui mecanism cu cuple de translație la lamela de contact (L), care

închide contactul în punctul C_1 sau C_2 , transmițând un semnal. Prin bornele (B) se reglează limitele admisibile pentru obiectul măsurat. Contactul dintre obiect și palpator este asigurat de arcul (A). În Fig.6.9b., se prezintă schema unui cap fără contacte cu obiectul.

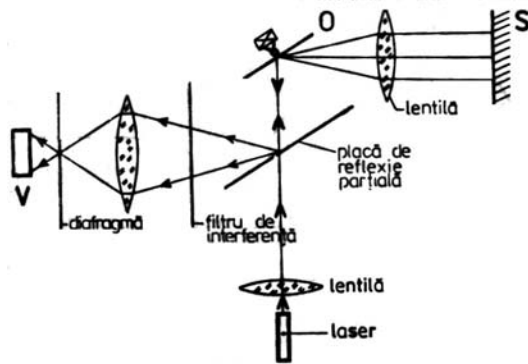


Fig.6.8.

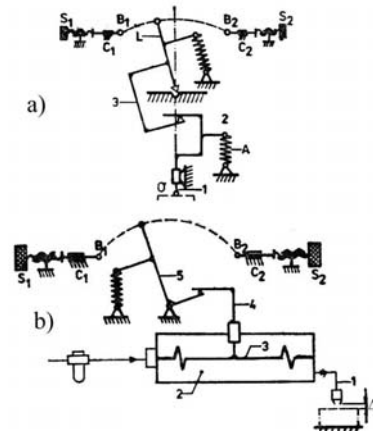


Fig.6.9.

În Tabelul 6.3., se prezintă clasificarea mijloacelor de control activ.

Tabelul 6.3.

Mijloace de control activ	Prin condiționarea directă a dimensiunii piesei (măsurarea variației adausului)	Cu măsurarea înaintea prelucrării PREOPERAȚIONAL	-Compensarea variației mărării adausului de prelucrare -Prevenirea ruperii sculei sau a deteriorării mașinii
		Cu măsurarea în timpul prelucrării OPERAȚIONAL	-Oprirea așchierii și decuplarea mașinii la atingerea dimensiunii admise -Oprirea așchierii și decuplarea mașinii cu compensarea influenței perturbațiilor
		Cu măsurarea după prelucrare POSTOPERAȚIONAL	-Sortarea pieselor în grupe dimensionale -Reglarea suplimentară a mașinii
	Prin condiționarea indirectă a dimensiunii piesei (măsurarea deplasării)	Cu măsurarea deplasării organului de execuție sau a senzorului	-Fără compensarea uzării sculei -Cu compensarea uzării sculei
Cu măsurarea deplasării sculei			

Mijloacele pentru controlul activ preoperațional (al semifabricatelor) sunt de protecție și blocare, Fig.6.10a. Controlul pieselor de prelucrat asigură protecția la deteriorare a sculei sau a mecanismelor mașinii.

Mijloacele pentru controlul activ operațional, Fig.6.10b., asigură măsurarea, conducerea și oprirea operației după variația adausului de prelucrare, pe baza unor condiții (limite de toleranțe, abateri de la forma geometrică sau poziția reciprocă).

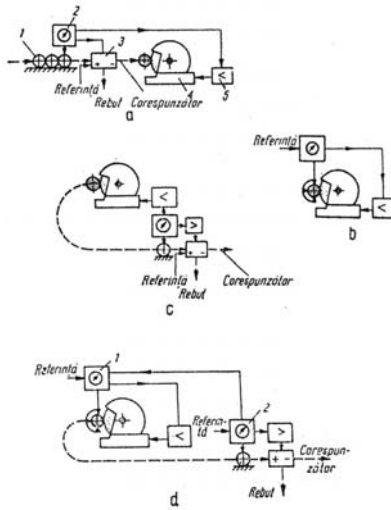


Fig.6.10.

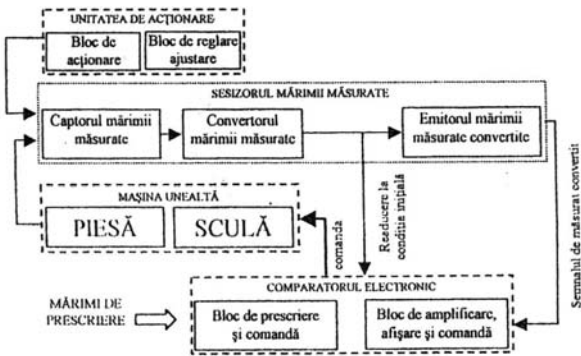


Fig.6.11.

Mijloacele pentru controlul activ post operațional, Fig.6.10c., realizează pe baza controlului unuia sau a mai multor dimensiuni ale piesei prelucrate, compararea erorii cumulate de execuție cu eroarea prescrisă și corectarea diferențelor prin reglarea intermediară automată a mașinii. În acest caz, se realizează și sortarea pieselor, eliminarea rebuturilor, oprirea execuției la repetarea succesivă a rebutării.

Importante sunt mijloacele automate cu autocorectarea reglajului, Fig.6.10d., prin efectuarea unei reglări intermediare pe o porțiune a câmpului de toleranță sau proporțional cu mărimea abaterii constatate postoperațional. Acest tip de control asigură funcționarea cea mai stabilă a mașinilor-unelte automate.

Structura acceptată a mijloacelor de control activ, iniferent de situația intervenției, este prezentată în Fig.6.11., iar în Fig.6.12., se prezintă procedeele de control.

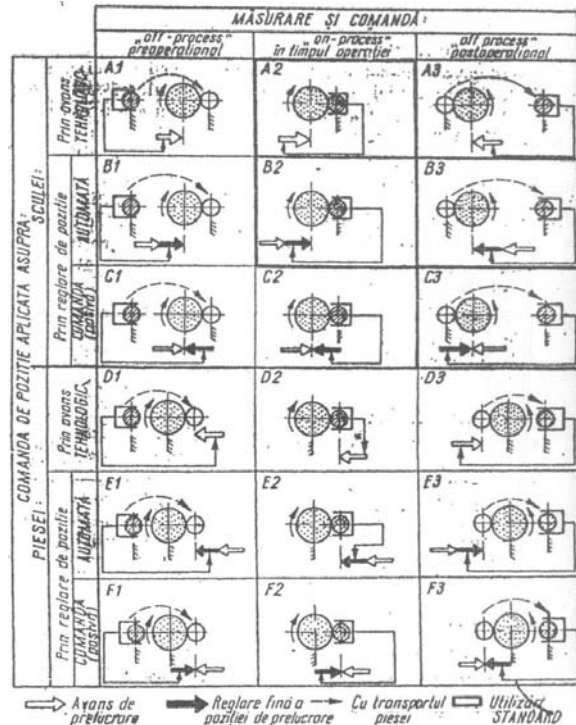


Fig.6.12.

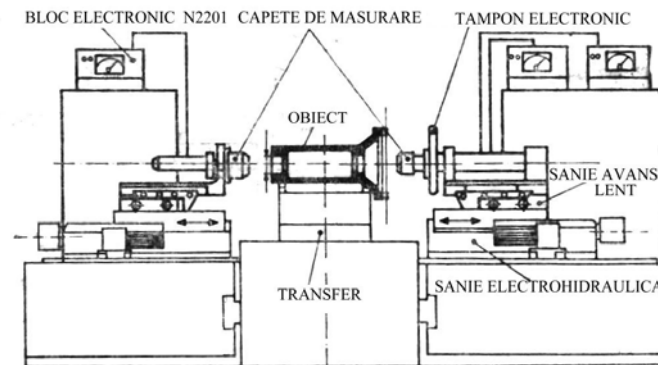


Fig.6.13.

În Fig.6.13., se prezintă o mașină datată cu dispozitiv de control automat cu două capete de măsurare cu senzori pneumatici care pătrund în alezajele carcasei, controlând diametrul acestora, în timp ce un senzor tactil verifică poziția unei suprafețe frontale.

6.3. Captori de măsurare

Captorii de măsurare, în funcție de prezența sau nu a contactului mecanic cu suprafața obiectului supus măsurării, sunt cu construcții diferite.

6.3.1. Captori fără contact

În principiu, construcția captorilor fără contact cu suprafața de măsurare realizează un interstițiu față de obiect, astfel încât mărimea acestuia să influențeze o mărime fizică (semnal) purtătoare a informației de intrare în convertorul mărimii măsurate. În funcție de natura senșnalului, captorii fără contact pot face parte din sisteme de măsurare, pneumatice și electronice.

La controlul automat, *în proces* sau *în afara procesului*, pentru mai multe mărimi controlate simultan, captarea mărimii măsurate este realizată cu captori discreți în posturi succesive de control, prin transferul automat al măsurandului sau cu captori integrați (multiplicatori) fără transferul măsurandului pentru fiecare măsurare, simplificând complexitatea dispozitivelor de orientare și captare, realizându-se și simplificarea constructivă a liniei de control.

În Fig.6.14., se prezintă unele exemple de captori discreți și integrați (multiplicatori), pentru dimensiuni de tip alezaj și arbore.

Configurațiile modulare de captare, operare și măsurare pneumatice, electronice, pneumoelectronice oferă posibilități diferite pentru controlul pre și postoperațional, în sau în afara liniilor de fabricație.

Principiul de măsurare a sistemelor pneumatice se arată în Fig.6.15.

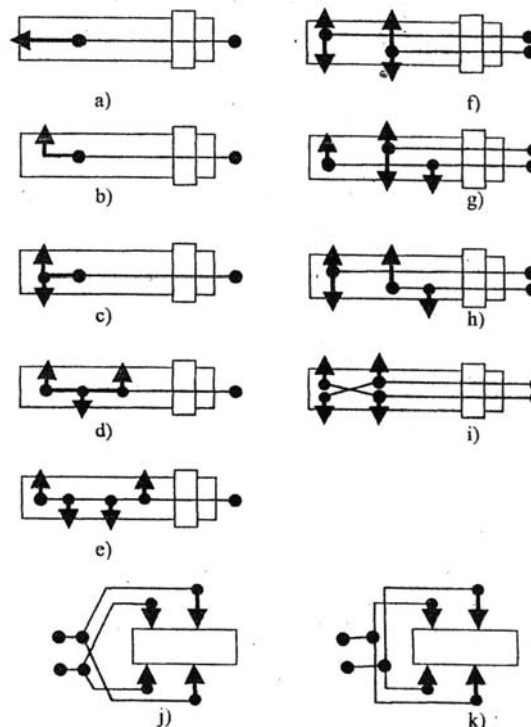


Fig.6.14.

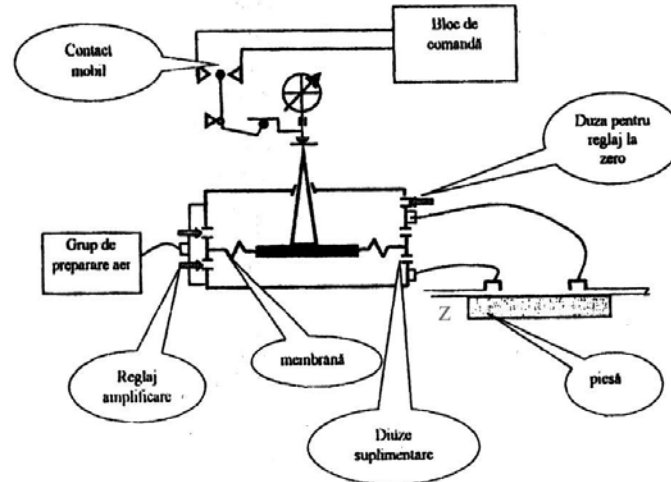


Fig.6.15.

Variația interstițiului „z”, datorită variațiilor dimensionale, provoacă o variație de presiune care acționează asupra membranei elastice, care se deplasează și antrenează supapa cu formă conică producând o variație a fantei inelare a diuzei de compensare a dezechilibrului de presiuni. Deplasarea membranei, până la poziția de echilibru, se măsoară cu mijloace de măsurat lungimi.

În cazul sistemelor diferențiale (duplex) există două canale de măsurare, prin care se compară două interstiții (z și z') a căror variație simultană produce deplasarea membranei, sistemul măsoară, în acest caz, diferența $z - z'$.

Sistemul poate conține și două contacte electrice reglabile, acționate de partea mobilă a compartimentului pneumatic. Impulsul electric este prelucrat în blocul de comandă semnalizare, convertit în semnale luminoase sau de comandă. Duzele suplimentare fixe (pot lipsi) permit reglarea preciziei comparatorului, iar cu duza „D” se face reglajul de zero al comparatorului. Instalația are în structura sa și un stabilizator de presiune cu filtru.

Sistemele pneumatice prezintă avantajul curățirii piesei de măsurat.

Sistemele electronice au la bază modificarea mărimilor electrice în funcție de variația dimensională a pieselor supuse controlului. În aceste sisteme, captorul mărimii măsurate este un senzor cu traductoare proporționale de tip inductiv, capacitiv, ohmic, rezistive cu emisie electronică.

Criteriile de clasificare a senzorilor mărimilor controlate activ sunt date de modul cum sunt interpretate mărimile măsurate, așa cum se prezintă în Fig.6.16.

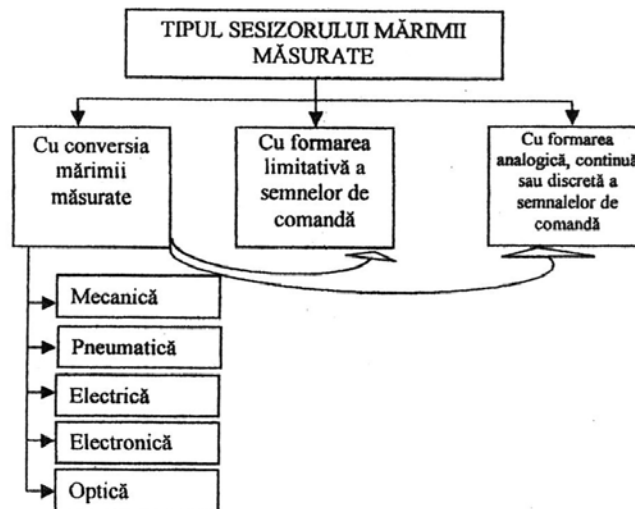


Fig.6.16.

Mijloacele de control activ dotate cu senzori, permit formarea limitativă a semnalelor de comandă și prezintă unele avantaje în automatizarea prelucrării datelor: construcție simplă; consum mic de energie electrică; stabilitate bună a comenzilor. Dezavantajul acestor sisteme este dat de imposibilitatea afișării analogice a rezultatelor, necesară în urmărirea procesului de prelucrare și corecție în timp.

Mijloacele „limitative oarbe” necesită piese de referință pentru reglarea limitei de control. Acest lucru necesită o gestionare, păstrare și verificare dificilă a pieselor de referință.

Principiul constructiv a senzorilor cu formarea limitativă a semnalelor de comandă cu traductori electrici se prezintă în Fig.6.17.a,b,c, iar pentru cei pneumatici în Fig.6.17.e,f.

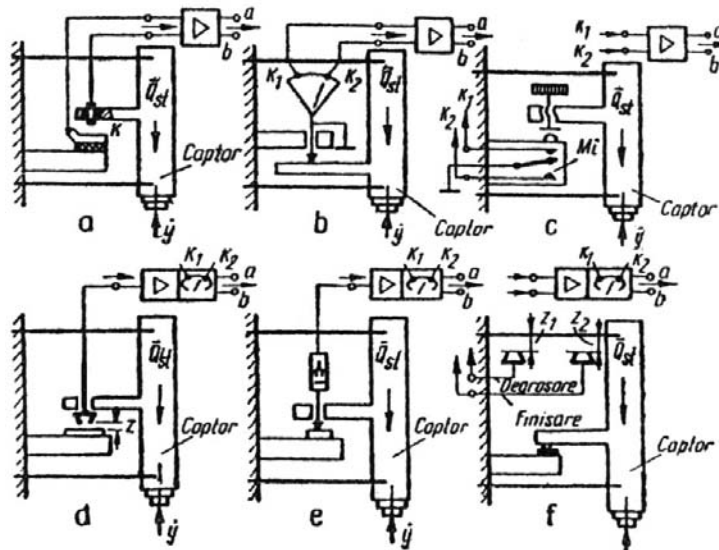


Fig.6.17.

Captorul mărimii măsurate este solidarizat cu un cadru elastic de elementul fix al dispozitivului de instalare sau a mașinii. Deplasarea captorului determină modificarea poziției contactelor electrice sau a interstițiului „z” în cazul sistemelor pneumatice.

În Fig.6.18., se prezintă senzori cu formare limitativă a semnalelor de comandă cu traductori mecanici cu 2 și 3 contacte electrice.

Traductorii mecanici limitativi cu două contacte echișează mijloacele de control care realizează comanda mașinii în așa fel încât mărimea efectivă obținută să se încadreze într-un interval dat. Traductoarele cu trei contacte electrice realizează trei secvențe comandate:

- degroșare-finisare;
- finisare-suprafinisare;
- suprafinisare-retragerea sculei.

Principiul de funcționare a traductoarelor limitativi pneumatice cu contacte electrice se prezintă în Fig.6.19.

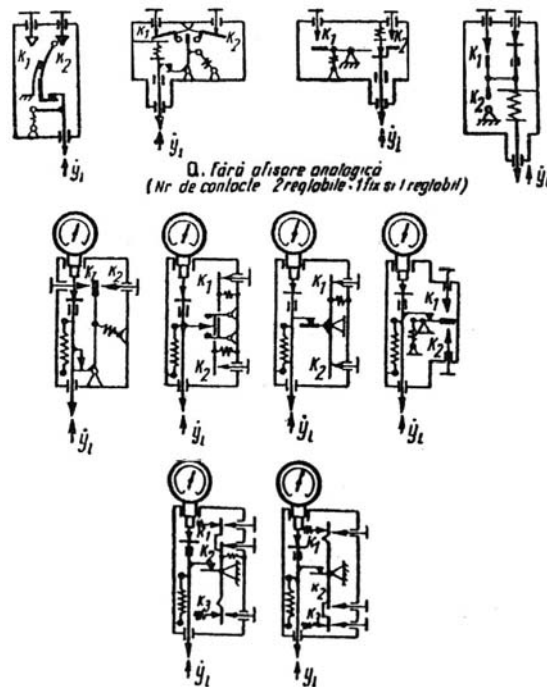


Fig.6.18.

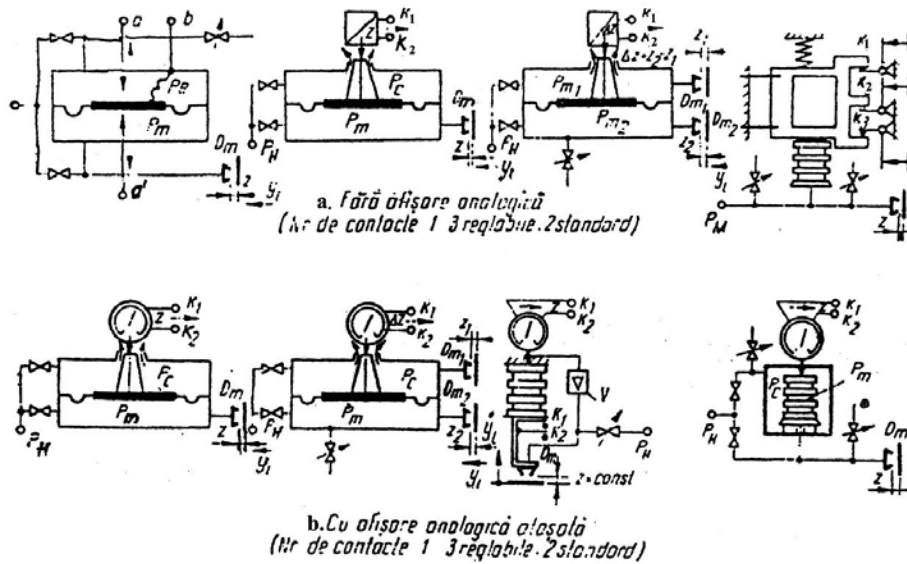


Fig. 6.19.

Mijloacele „limitative cu afișare analogică” sunt caracterizate de erori suplimentare, de circa 10...20 ori, în mărimea de comutație, introduse de amplificarea necesară afișării.

Precizia, fiabilitatea comutației și durata exploatării mijloacelor cu contacte electrice sunt dependente de materialul contactelor, cuplul lor și parametrii circuitelor de punere sub tensiune.

Dezavantajele sistemelor de măsurare automată care au contacte electrice sunt:

- variația stabilității contactelor la închidere sau deschidere;
- variația reglării pragurilor de comandă;
- uzura mecanică și electrică a contactelor.

Datorită acestor dezavantaje, a fost necesară introducerea mijloacelor de măsurare analogice sau numerice, cu următoarele avantaje:

- viteză mare de răspuns;
- transmitere simplă și precisă a datelor de măsurare;
- interconectare ușoară la sistemele cu comandă numerică;
- furnizarea semnalelor de corecție, anteprogramate sau comandate în cazul configurațiilor racordate la calculator;
- coordonarea proceselor de lucru după una sau mai multe condiții prin comandă, anteprogramate sau autoprogramare;
- instalare și alimentare simplă, fără surse auxiliare sau cu consum mic de energie.

Dezavantajele traductoarelor electronice sunt:

- pătrunderea așciilor în interstițiu captor/piesă;
- etanșarea traductorilor față de praf și lichide.

Principalele tipuri de bază ale captorilor de măsurare fără contact se prezintă în Tabelul 6.4, iar pentru captorii cu contact pe suprafața de măsurat, se prezintă în Tabelul 6.5.

Aplicațiile senzorilor optici la realizarea dispozitivelor de măsurare permit o precizie mare a măsurătorilor, viteză mare de răspuns, transmiterea simplă a datelor obținute, interconectarea simplă în sistemele de comandă. Funcționarea acestor traductoare se bazează pe modificarea unui flux luminos produs de un generator și primită de un receptor la prezența unui obiect în zona respectivă. În aplicații. Se utilizează ca generatoare diode cu radiații în infraroșu, iar ca receptoare fotorezistențe, fototranzistoare, fotodiode. Mărirea sensibilității de detectare în spațiu, generatorul și receptorul au sisteme optice de focalizare pentru o distanță prescrisă.

În variantele constructive de senzori și traductorii optici, generatorul și receptorul de

luminină sunt așezate sub un unghi mic, unul față de celălalt, pe aceeași parte a obiectului. Detectarea se realizează prin reflectarea luminii de suprafața obiectului măsurat, sau prin modificarea fluxului luminos reflectat de un ecran, când obiectul pătrunde între ecran și senzor.

Tabel 6.4.

Caracteristici	Sistem pneumatic de măsurare			Sistem electronic de măsurare		
	Joasă presiune	Presiune normală	Înaltă presiune	Inductive	Capacitive	Fotoelectrice
Principiu						
Dimensiuni	$D = (0.3 \dots 5) \text{ mm}; L < 2d$			$d < 4 \text{ mm}; L < 6 \text{ mm}$	$d > 3 \text{ mm}$	$d > 2,5 \text{ mm}; L = 100 \text{ mm}$
Interval de măsurare	$< \frac{1}{10} d$			$< \frac{1}{20} d$	$< \frac{1}{10} d$	$> 2,5 \mu\text{m}$
Forța de măsurare	1..10N			$< 0,02 \text{ N}$	0	0
Frecvența de măsurare	$< 1000 \text{ Hz}$			$< 10 \text{ Hz} \dots 100 \text{ KHz}$	$2 \text{ KHz} \dots 2 \text{ MHz}$	$< 40 \text{ KHz}$
Factori de influență asupra preciziei de măsurare	Macro și microgeometria suprafeței măsurate (numai la presiuni $< 3 \text{ bar}$)			Acuratețea suprafeței și zonei de măsurare. Permițivitatea și conductivitatea electrică.	Acuratețea suprafeței măsurate. Masuranzii învecinați	Proprietățile reflectante ale suprafeței măsurate

Tabel 6.5.

Caracteristici	Sistem pneumatic de măsurare		Sistem electronic de măsurare			
			Cu rezistență	Inductive	Capacitive	
Principiu						
Dimensiuni	$d > 4 \text{ mm}; L: 4 \text{ mm}$		$\varnothing 8 \text{ mm}; L > 50 \text{ mm}$	$\varnothing 2 \text{ mm}; L > 10 \text{ mm}$	$d: 4 \text{ mm}; L: 50 \text{ mm}$	$d: 8 \text{ mm}; L: 50 \text{ mm}$
Interval de măsurare	$1 \dots 10^4 \mu\text{m}$		$2 \dots 10^3 \mu\text{m}$	$> 10 \mu\text{m}$	$1 \dots 10^5 \mu\text{m}$	$1 \dots 10^5 \mu\text{m}$
Masa mobilă	$> 0,03 \times 10^{-3} \text{ kg}$		$> 3 \times 10^{-3} \text{ kg}$	$> 5 \times 10^{-5} \text{ kg}$	$> 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$	$> 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$
Frecvența de măsurare	$< 1 \text{ KHz}$		$< \frac{1}{5} f_{\text{purătoare}}$			
Factori de influență asupra preciziei de măsurare	Acuratețea suprafeței măsurate		Uzura, murdărire	Acuratețea suprafeței măsurate		Influențe de mediu, izolare, magnetice

Flexibilitatea utilizării sistemelor optice de detectare (măsurare/control) crește prin folosirea defibre optice. Sistemele cu fibre optice se pot îngloba în interiorul subsansablurilor și mecanismelor de gabarite reduse, cu o creștere a siguranței de detectare, în condiții normale și la temperaturi ridicate. De menționat că generatorul și receptorul de lumină se amplasează în afara zonei cu temperaturi ridicate. Sistemul optic poate lucra și în condiții de parașiți electromagnetici puternici.

Principiul de funcționare a unui sistem optic se prezintă în Fig.6.20., iar o serie de aplicații se prezintă în Fig.6.21....6.26.

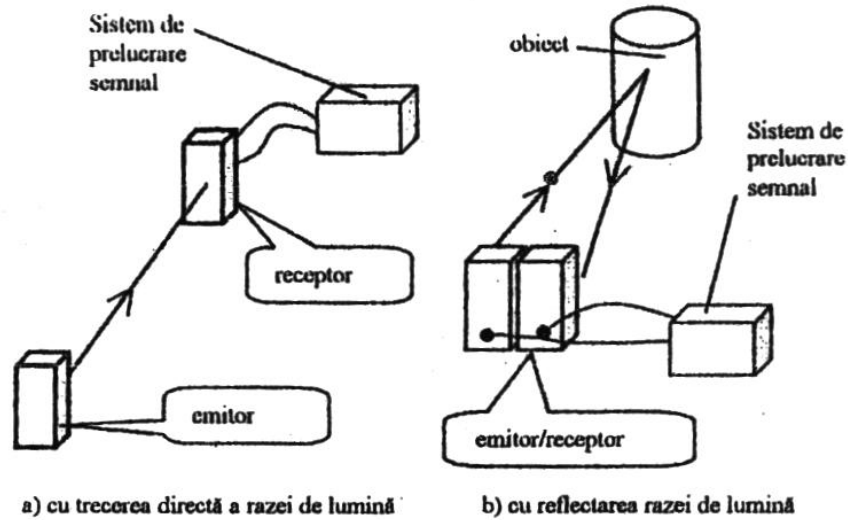


Fig.6.20.

Măsurarea înălțimii aripioarelor unui radiator se prezintă în Fig.6.21., unde se realizează detectarea înălțimilor necorespunzătoare, prin compararea cu valoarea măsurată a adâncimii dintre aripioare și verificarea automată dacă se încadrează în câmpul de toleranță.

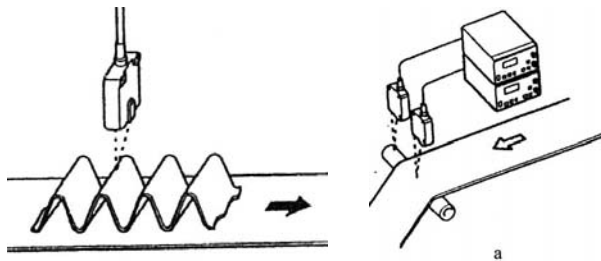


Fig.6.21.

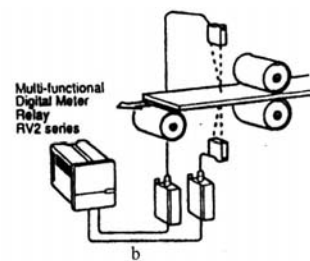


Fig.6.22.

Măsurarea grosimii unei folii , Fig.6.22a., și a unei table laminate, Fig.6.22b., prin utilizarea a doi senzori care determină diferența distanțelor măsurate de aceștia, pozițiilor lor fiind fixe pe parcursul determinărilor.

Măsurarea diametrului unei piese rectificată, Fig.6.23a., și a diametrului tijei unei supape, Fig.6.23b., cu amplasarea obiectului în fascicolul paralel a unui laser. Variația fluxului, datorită variațiilor dimensionale ale obiectelor conduce la valoarea măsurată, cu o precizie de $\pm 0,002\text{mm}$.

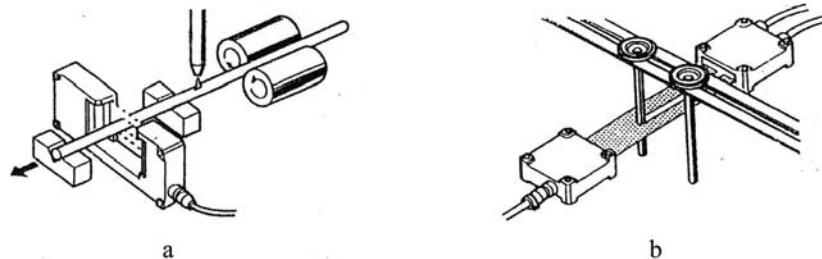


Fig.6.23.

Măsurarea uzurii benzilor transportoare, Fig.6.24a., se realizează prin măsurarea fantei dintre role aflate în contact cu banda, pe ambele fețe, iar măsurarea diametrului unei sârme calibrate, Fig.6.24b., se realizează cu doi senzori dispuși perpendicular.

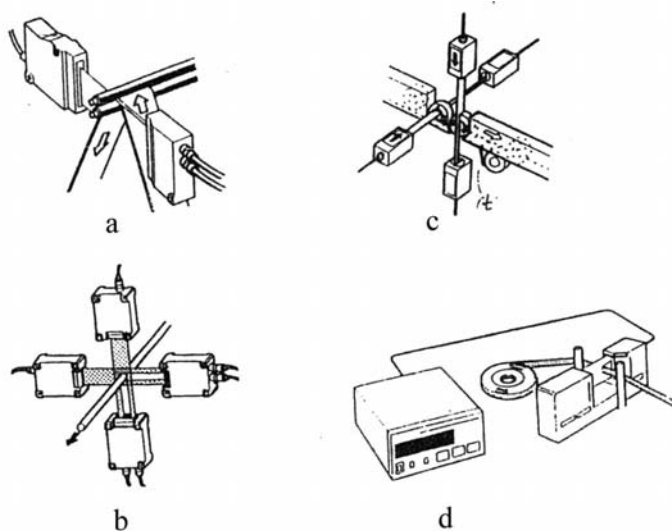


Fig.6.24.

Măsurarea lungimii și a diametrului interior a unor obiecte de formă inelară, Fig.6.24c., se realizează cu doi senzori dispuși în două plane perpendiculare în dreptul unei fante de pe jgheabul de transfer. Rezultatul măsurării va da comanda de selectare a pieselor necorespunzătoare prin deschiderea trapei „t”.

Măsurarea lățimii benzilor magnetice, cu garantarea calității în procente de 100%, se realizează cu schema din Fig.6.24d.

Funcția aducătoare de control realizează și detectarea altor parametri ai obiectelor supuse controlului, cum ar fi: etichetele de pe obiecte; numărul de obiecte; așezarea corectă.

În Fig.6.25a., se prezintă verificarea etichetelor de pe flacoanele transparente, existente pe o bandă transportoare, cu a un sensor optic la care generatorul și receptorul se află pe o parte și pe alta a benzii transportoare. Dacă obiectul nu este transparent, Fig.6.25b., se utilizează un senzor la care generatorul și receptorul fac corp comun, iar detectarea etichetei se face în funcție de reflectarea razei emise, la care eticheta are un alt grad de strălucire față de obiect, sau o altă culoare.

În aplicații de montaj, controlul sesizează absența unor obiecte sau surplusul de obiecte, situație în care se declanșează comanda de selectare, așa cum se prezintă în Fig.6.25c.

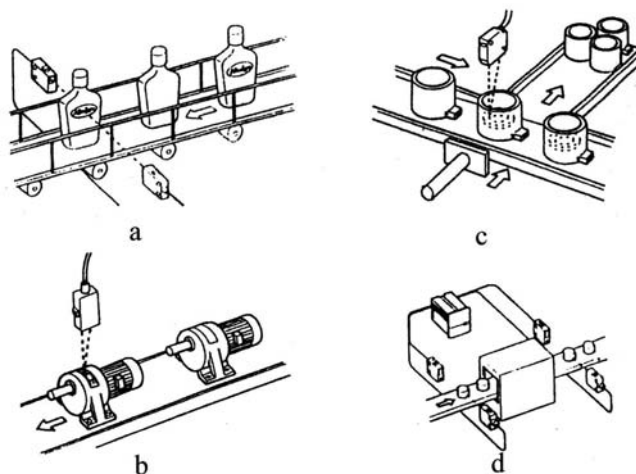


Fig.6.25.

În Fig.6.25d., se prezintă o linie de ambalare automată sau alimentarea cu obiecte a unui post de lucru în care se verifică corectitudinea așezării obiectelor în locașurile prevăzute.

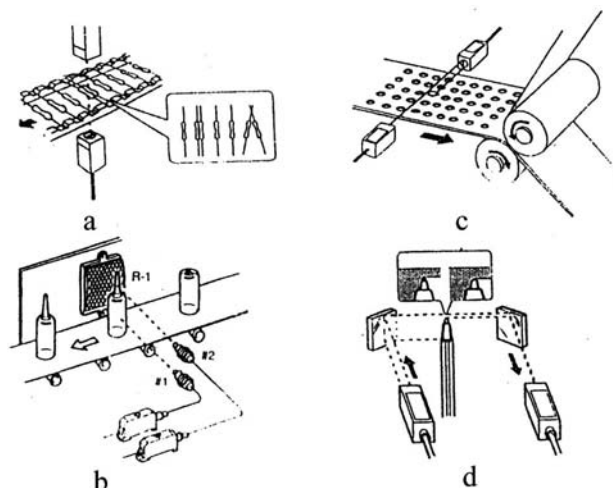


Fig.6.26.

În Fig.6.26a., se prezintă principiul de funcționare a unui sistem care detectează cantitarea de obiecte cu doi senzori optici plasați la intrarea și la ieșirea postului de lucru. Semnalele sunt transmise la un numărător multifuncțional care dă semnalul de comandă pentru reglarea vitezei de transfer a benzii transportoare, dacă în zona postului de lucru se află un număr de obiecte necorespunzător. Pentru controlul integrității ambalajelor se utilizează o instalație de verificare, Fig.6.26b., dotată cu mai mulți senzori optici, amplasați la înălțimi diferite, care lucrează prin reflexia razei emise. Dacă un senzor detectează un defect, se lansează comanda de selectare a recipientului defect. În cazul ambalării tabletelor de medicamente, ele au o poziție prestabilită. Dacă senzorii optici sezează defecte de așezare se dă comanda de oprire, până la momentul corectării poziției detectate, Fig.6.26c. În Fig.6.26d., se prezintă principiul de detectare a lipsei bilei de la pixurile aflate pe linia de montaj.

Aplicațiile senzorilor optici sunt nelimitate în activitățile de automatizare a controlului și a măsurării. Singura problemă care se pune, este de a se defini corect obiectivele acestor automatizări și o alegere adecvată a modului de realizare.

7. Conveioare

7.1.Principii de funcționare

Piese sunt supuse la diverse operații tehnologice care se execută în diverse stații de lucru. Transportul între stațiile de lucru se efectuează de un operator uman sau automat. Transferul automat între stații se efectuează cu un sistem complex de transfer numit *conveior*.

Funcția principală, a unui conveior, este transportul obiectelor de manipulat fixate pe dispozitive de susținere/ poziționare/fixare. Ele pot efectua și funcții de orientare, ordonare, selectare, primire/transfer de informații, etc. Toate funcțiile sunt integrate prin subsistemul informatic propriu și pot conlucra cu subsistemul informatic de control al procesului de fabricație.

Piese se află într-o stare de prelucrare, finală sau intermediară. Informațiile privind destinația și starea de prelucrare sunt înregistrate în memoria de date de identificare a paletelor port-piesă. Această paletă este oprită în dreptul posturilor de lucru, acționat uman sau automat, de un dispozitiv de separare. După reținerea paletelor, conveiorul își continuă mișcarea, acumulând și alte paletă în fața stației de lucru, rămânând în așteptare. După terminarea operației, paleta port-piesă trece la stația de lucru care urmează.

Dispozitivul de separare este acționat manual sau automat prin comenzi specifice postului. La sfârșitul operațiilor tehnologice, piesa prelucrată și ambalată, este preluată de pe paleta port-piesă cu un dispozitiv adecvat (robot, dispozitiv specializat, operator uman) și dusă spre o destinație impusă de procesul tehnologic, de regulă, către depozit.

7.2.Configurația unui conveior

Denumirea simplificată a conveioarelor evaluate este TS „*sistem de transfer*” flexibil și sunt formate din „*unutați*” de transfer în construcție modulară. Combinarea lor se face după cerințele aplicației tehnologice. Construcția modulară se pretează la activitățile de prelucrare și montaj a unei game variate de produse.

La proiectarea unei astfel de instalație se are în vedere obiectivele și prioritățile întreprinderii, complexitatea unor cicluri de fabricație, de regulă, de montaj care necesită o mare flexibilitate a sistemului și componentelor sale, cum ar fi:

- modificarea frecvenței a sarcini de fabricație;
- acordarea cadenței diferite al stațiilor de lucru;
- conținutul operațiilor realizate în procesul de lucru;
- schimbarea frecvenței a postului;
- fluctuația numărului de piese prelucrate la un post de lucru.

În aceste cazuri, se prevede ieșirea paletelor port-piesă din circuitul principal, Fig.7.1a., spre un circuit derivat, Fig.7.1b., cu cadență proprie.

Se consideră un *circuit principal* când sunt aliniate în serie mai multe posturi de lucru (stații). În *circuitul derivat*, paletelor port-piesă se transferă spre stații de lucru care efectuează operații independente (cu cadență diferită de cea a circuitului principal) de cele ale stațiilor de lucru din circuitul principal și apoi sunt reintegrate în circuitul principal.

Un circuit principal poate fi realizat în:

- plan orizontal cu traseu închis, Fig.7.1a.;
- linie, în plan vertical cu elevator, Fig.7.1c.;
- U, în plan orizontal cu elevator, Fig.7.2a.;

- U cu traseu închis dublu, Fig.7.2b.

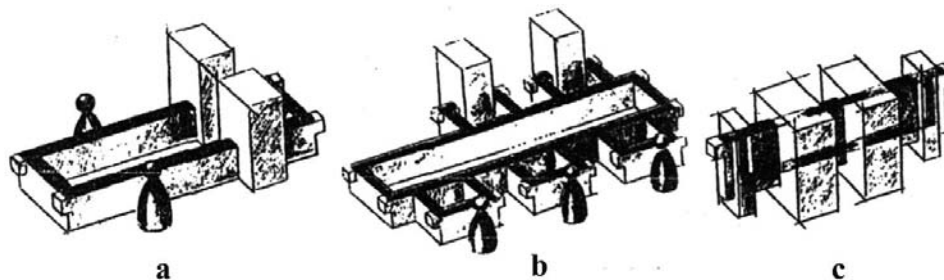


Fig.7.1

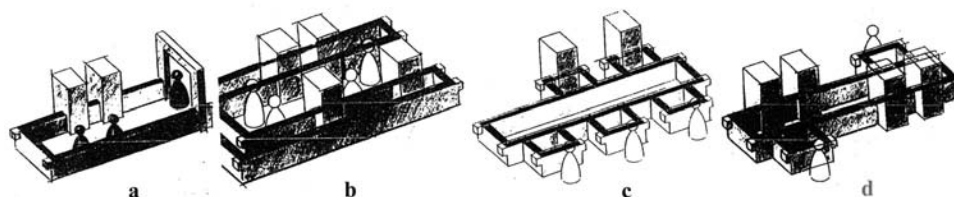


Fig.7.2.

Circuitele derivate pot deservi posturi de lucru în paralel:

- cu depozite intermediare de o parte a circuitului și stații de lucru pe partea opusă, Fig.7.2c.;
- mixt, cu depozite și posturi de lucru pe o parte și cealaltă a circuitului, Fig.7.2d.

Evaluarea unei soluții adoptate, se poate face prin criterii de alegere cu valoare de **importanță**, din intervalul, 0-5. Se însumează și rezultă un coeficient global de importanță, așa cum se precedează în Tabelul 7.1.

Tabelul 7.1.

Criteriu de decizie/evaluare	Circuit principal	Circuit deviat
Nivelul investiției	(+) (0...5)	(0...5)
Timpii de corecție a erorilor	(+) (0...5)	(0...5)
Necesitatea spațiului redus	(+) (0...5)	(0.. 5)
Se cere un control minim	(+) (0...5)	(0...5)
Cadența (tactul) circuitului principal	(0...5)	(+) (0...5)
Flexibilitatea de utilizare (capacitatea de reechipare pentru alte sarcini de fabricație)	(0...5)	(+) (0...5)
Flexibilitatea de adaptare la variația capacității (volumului) transportat	(0...5)	(+) (0...5)
Flexibilitatea de adaptare a structurii echipării	(0...5)	(+) (0...5)
TOTAL	$\sum n$	$\sum n$

Construcția modulară se referă, de regulă, la paletele port-piesă, cu mărimi de 160x160[mm] și 840x1040[mm] adaptate la geometria și greutatea obiectului manipulat. Greutatea maximă, încărcată pe o paletă, este limitată de presiunea admisibilă pe suprafața de contact cu conveiorul. Se are în vedere greutatea paletii, a dispozitivului de prindere și fixare a piesei manipulate, a piesei și a unor echipamente specifice.

Dimensionarea căilor de transport trebuie să țină cont și de modul de distribuție a încărcării paletii, care poate fi diferită pe direcție longitudinală sau transversală.

Pe circuitul principal, traseul poate avea întoarceri la nivele diferite, Fig.7.3a. sensul de parcurs se poate schimba prin comandă, în funcție de necesități.

Lățimea căii de transport se calculează în funcție de dimensiunile corespunzătoare ale paletelor port-piesă, date de dimensiunile pieselor manipulate. Lățimea căilor de transfer longitudinal diferă de cea a căilor transversale la paletele dreptunghiulare, Fig.7.3b.

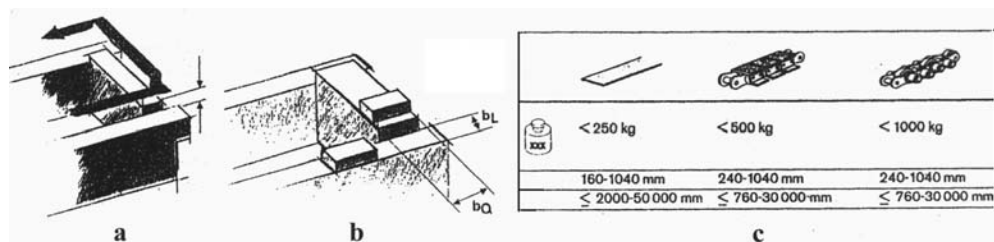


Fig.7.3.

Sistemele de transfer au în componența lor următoarele tipuri de module și unități:

- module de transport longitudinal și transversal;
- module de antrenare;
- module de palete port-piesă;
- unități pentru poziționarea paletelor;
- unități de comandă a sistemului de transport.

Elementul flexibil pentru acționarea modulelor de transfer se aleg în funcție de greutatea obiectelor și se recomandă a fi benzi de transmise, lanț, role, conform cu recomandările din Fig.7.3c.

Un modul de transfer longitudinal funcționează ca o transmisie cu element flexibil cu role de susținere și antrenare ca în Fig.7.4a. Funcționarea modulelor de întoarcere/flexare a traseului de transport, la 90⁰ sau 180⁰ este asigurată de o transmisie cu element flexibil cu

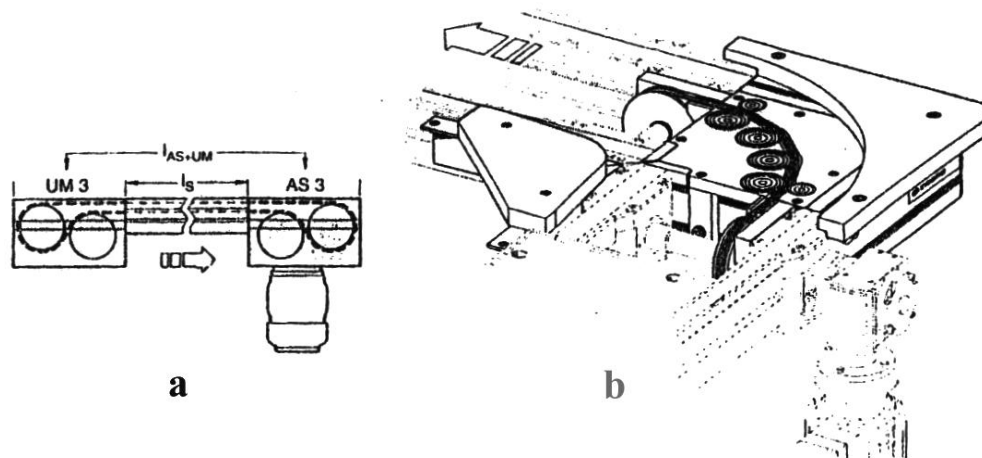


Fig.7.4.

role de gidare și antrenare alese în mod convenabil, Fig.7.4b., pentru flexare la 90° și 7.5a., pentru flexare la 180° . În cazul în care, obiectul de transferat depășește greutatea admisibilă, se apelează la un transportor longitudinal cu role, Fig.7.5b.

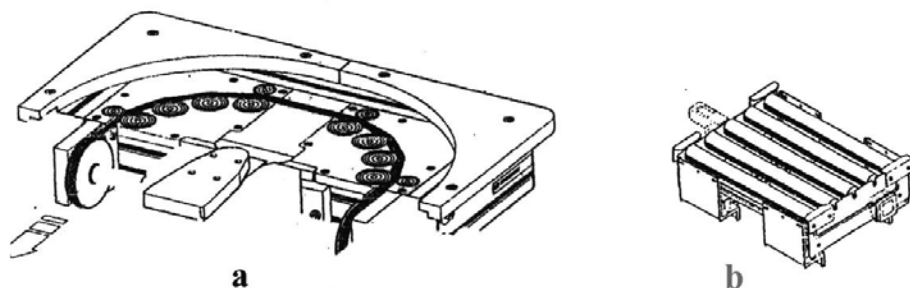


Fig.7.5.

Se remarcă și construcțiile cu role pentru devieri la 90° , Fig.7.6a., respectiv la 180° , Fig.7.6.b., utilizându-se două module de deviere la 90° .

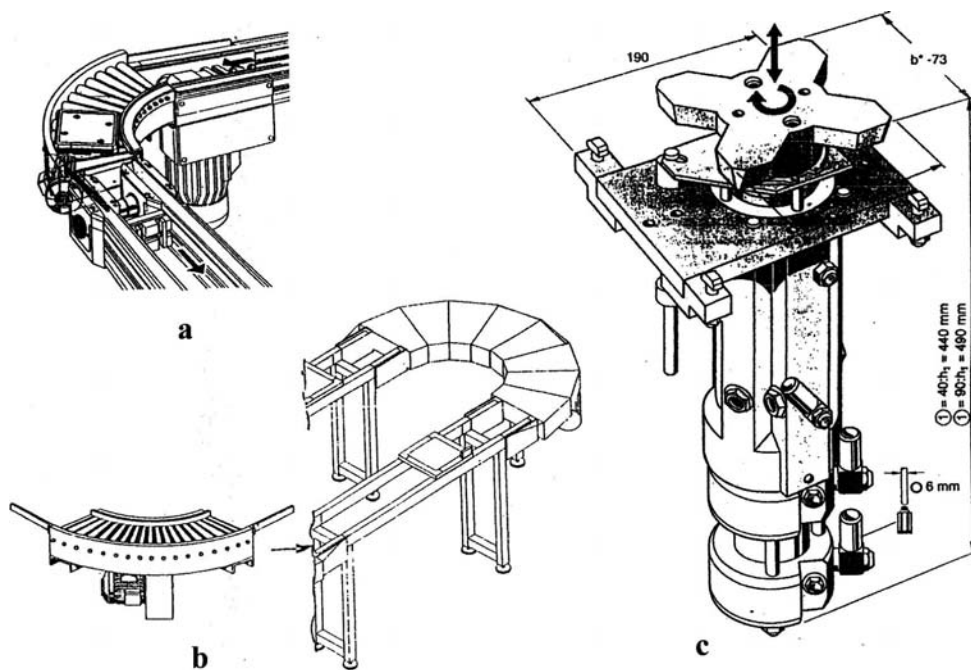


Fig.7.6.

În desfășurarea operațiilor tehnologice este posibil ca paletelile să se prezinte în fața postului de lucru cu o anumită orientare care nu coincide cu orientarea necesară postului de lucru. În această situație, se impune schimbarea orientării care se realizează cu un modul special, Fig.7.6c., asigurând întoarcerea la 90° sau la 180° cu o precizie impusă. Se precizează că schimbarea orientării cu 90° este convenabilă numai pentru paletelile pătrate, iar cea de 180° este pentru paletelile dreptunghiulare. Modulul de schimbarea orientării este acționat pneumatic, la comanda dată de senzorii de proximitate inductivi pentru detectarea poziției și a codului paletelii ce se va reorienta.

Mișcările realizate de modulul de schimbare a orientării sunt în următoarea ordine: ridicare, rotire, coborâre. Ridicarea se realizează la o înălțime care evită ciocnirile paletelor cu calea de transport și unele compartimente învecinate. De regulă, modulul de schimbarea orientării este integrat în modulele de transfer, Fig.7.7a. și peste el paleta poate trece la postul de lucru următor.

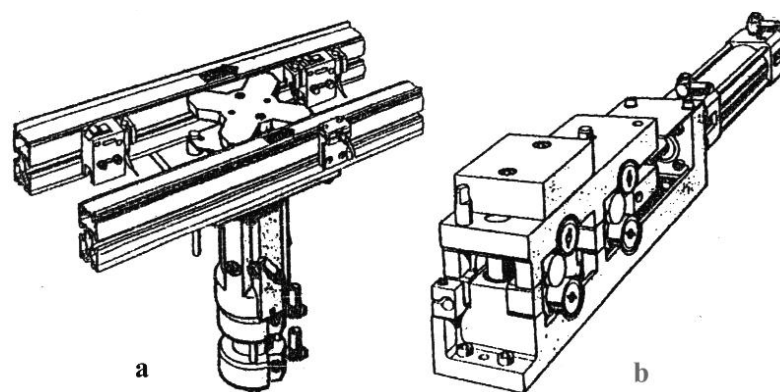


Fig.7.7.

Se remarcă faptul că pe un traseu principal și pe trasee derivate se pot comanda parcursuri diferite. Pentru aceasta se utilizează module de orientare/ poziționare care pot îndeplini aceste funcții, independent una față de alta sau consecutiv, într-o secvență impusă.

Oprirea într-o anumită poziție se realizează cu modulul de poziționare, Fig.7.b. prezența modulului de oprire, integrat sistemului nu împiedică depășirea lui de către paletelor din circuit. Paletelor care sunt oprite sunt recunoscute după codul ei, care conform programului trebuie oprită prin comanda dată de sistemul informațional și de comandă.

7.3.Elemente de comandă

Elementele de comandă ale transportorului servesc pentru controlul și dirijarea fluxului de paletelor pe circuitele sistemului de transfer. Paletelor sunt oprite, reținute, separate, întoarse pe căile de parcurs ale sistemului de transfer. Luarea deciziilor privind parcursul de urmat, pentru fiecare paletă, cu verificarea poziției și controlul proceselor în fiecare stație de lucru, se realizează prin sistemul de comandă integrat.

O componentă importantă este modulul separator, Fig.7.8., care oprește paletelor, fiind acționat pneumatic și poziționat în diverse puncte de pe traseul conveierului. Aceste module au amortizoare integrate cu rolul de a proteja piesele transportate de șocurile care apar la porniri și opriri. Separatoarele rețin paleta cu opritoare (cepi) Fig.7.8.

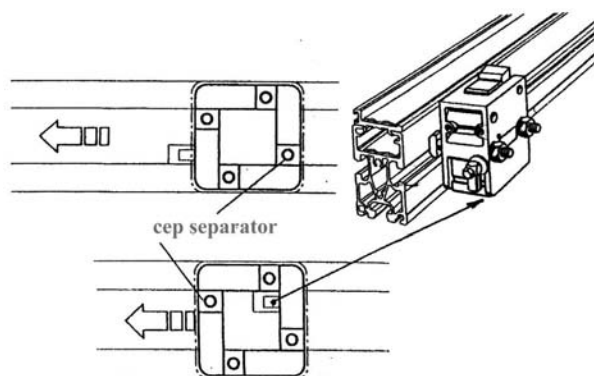


Fig.7.8.

Cepii separatori sunt plasați pe interiorul sau exteriorul conturului separatorului. Poziția paletelor este controlată de senzorii de proximitate.

A doua componentă de comandă este unitatea de control a acumulării paletelor pe traseul de transport, Fig.7.9a. acumularea paletelor în dreptul modulului de separare provoacă o presiune ridicată asupra unei came de oprire a separatorului. Pentru a se evita creșterea presiunii se utilizează un *separator de acumulare*, montat într-o secțiune a modulului de transport care acționează asupra ultimii paletelor care nu are presiunea depășită. Acest sistem de oprire se numește *mecanism de basculare*, cu diverse configurații în funcție de masa pieselor și geometria paletelor, Fig.7.9b.

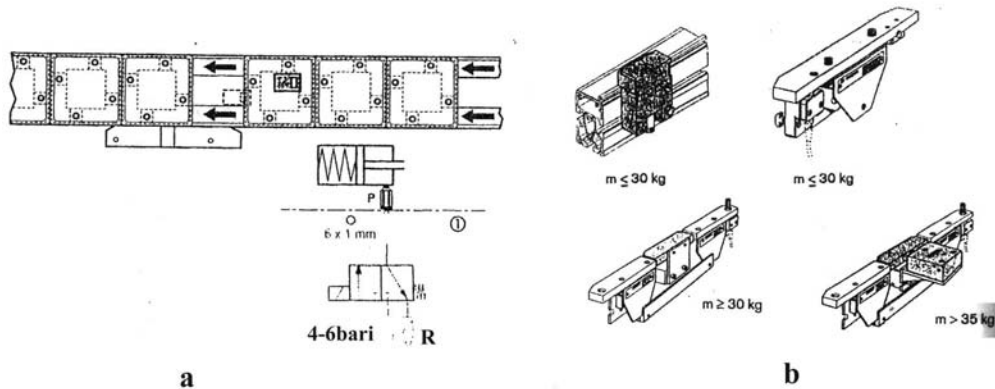


Fig.7.9.

7.4.Subsistemul informatic

Circulația pe conveyer a pieselor purtate, pe paletă, presupune alegerea traseului, stabilirea stației de lucru și ordinea în care trebuie să ajungă piesa la fiecare stație cu impunerea legii de mișcare pe parcursul dintre două stații consecutive. Aceste acțiuni, sunt comandate și controlate de un subsistem informatic compus din sisteme de memorie și sisteme de transfer de informații.

De regulă, se codifică și se analizează datele referitoare la piese. Codificarea se realizează prin intermediul unor elemente de memorie, Fig.7.10a., fixate pe paleta (A). Elementele de memorie sunt marcate cu capul de scriere (B). Capul de citire (C) detectează codul paletelor care trece prin dreptul lui. Informația citită, se transferă la un modul de comandă sau la un calculator, unde se compară cu valorile programate și se ia o decizie transmisă modulelor de comandă.

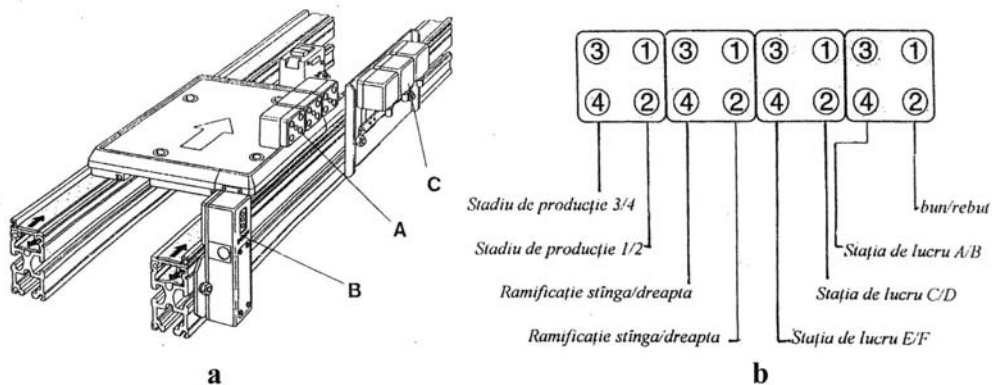


Fig.7.10.

În Fig.7.10b., se prezintă un model de codificare cu patru module de memorie cu o capacitate de 2bit fiecare. Combinația de câte două posibilități de codificare pe cei patru suporti dau $2^8 = 256$, număr maxim de coduri distincte. Codificarea directă a informației (da/nu) este atribuită fiecărei perechi de pini care conduce la $2 \times 8 = 16$ coduri disponibile. Toate informațiile referitoare la piesă sunt memorate pe suportul de memorie (A), legat de paleta port-piesă.

Fiecare modul de memorie conține patru locații grupate câte două, (1 și 2; 3 și 4). Scrierea și citirea lor se face prin module plasate pe aceeași parte a paletii. Datele referitoare la piese, sunt memorate pe un suport mobil de date(MDT), fixat pe paleta port-piesă, fig.7.11a.

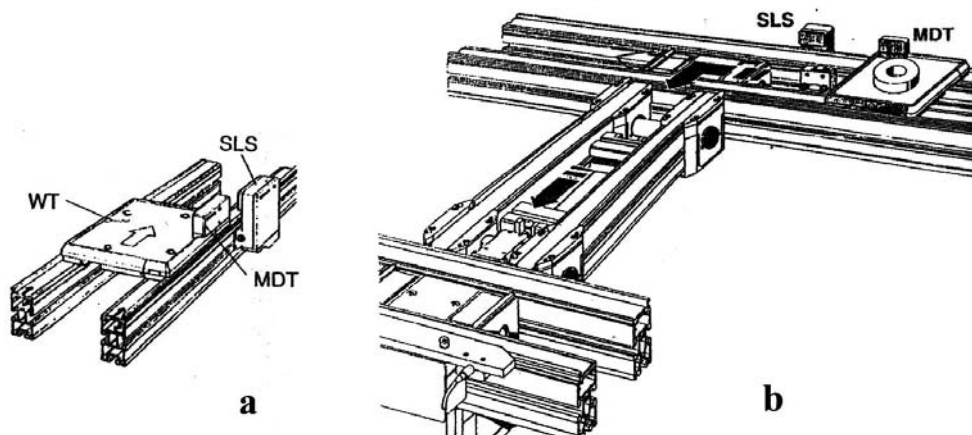


Fig.7.11.

Paleta cu suportul mobil de date, trece prin dreptul capetelor de citire, fixate de suportul traseelor care formează circuitele principale și derivate ale conveierului. Capetele de citire/scriere, (SLS), pot citi și rescrie date cu frecvența dorită, la fel cum se controlează desfășurarea procesului de fabricație în ansamblu. Aceste capete, de citire/rescriere, pot fi programate de utilizator, iar transmiterea de date între postul de citire/rescriere și suportul mobil de date se face inductiv. Datele citite pot fi trimise la un calculator central sau analizate de capul de citire pentru a se folosi la controlul anumitor aspecte funcționale, în mod direct.

Capul de citire/rescriere poate memora diferite programe care pot fi activate, din afară, de către calculatorul central. Datele care sunt memorate sunt:

- coduri de identificare;
- date privind piesele; date referitoare la măsurul de lucru;
- parametri de reglare;
- valoride referință și efective;
- schemele traseelor de transfer.

Supportul mobil de memorie a datelor dispune de o memorie (RAM), pentru stocarea informațiilor referitoare la piesă. Capul de citire/scriere a datelor de la/spre suportul mobil de memorare a datelor permite descentralizarea analizei datelor și controlul autonom al procesului fără nici un sistem de control programabil adițional.

Capul de citire/scriere, prin construcție, dispune de mai multe interfațe, permițând utilizarea oricărui tip de comandă și de calculatorul central.

Modul cum lucrează un conveier se poate vedea din analiză următoarelor exemple.

• **Comanda de trecere a unei palete de pe circuitul principal pe un circuit deviat,**

Fig.7.11b., se realizează astfel:

- datele referitoare la destinația unei piese sunt memorate de suportul mobil de memorie al

paletei respective(MDT);

- capul de citire a datelor identifică destinația programată a fiecărei paleti și le compară cu datele proprii memorate.

În funcție de rezultatul comparației se activează comanda de întoarcere și se deviază traseul de parcurs în continuare de către paletă. În momentul în care suportul mobil de memorie a datelor intră în câmpul de citire al capului de citire/scriere, acesta efectuează funcțiile următoare: 1.citire; 2.comparare, 3.comuzarea ieșirii paletai de pe traseul principal pe cel derivat.

- **Funcționarea unui conveior integrat cu o stație de prelucrare**, Fig.7.12., parcurge etapele următoare:

- paleta trece prin dreptul capului de citire (SLS1), se identifică seria paletai memorată pe suportul mobil de memorie (MDT) al paletai;

- numărul de serie identificat se compară cu cele din lista de serii memorată și se comandă, începerea sau nu a desfășurării unui anumit proces din stația de lucru spre care se îndreaptă paleta, în funcție de o informație suplimentară alocată în lista codului paletai;

- după terminarea operației din stația de lucru, paleta port-piesă părăsește stația și se îndreaptă pe traseu spre capul de citire/scriere(SLS2) unde se înregistrează pe suportul mobil de memorare a datelor informații noi necesare pentru următoarea destinație.

- paleta intrată în câmpul de citire a capetelor respective, se execută următoarele funcții.

a)SLS1: 1.citire; 2.comparare; 3.salt/trecere a paletai în sensul indicat spre stația de lucru; 4.activarea ieșirii/intrării în stația de lucru.

b)SLS2: 1.activează un nou program; 2.scrie noile date de stare a paletai cu piesa prelucrată în faza parcursă.

Informațiile de intrare ieșire din procesul de fabricație sunt conectate cu cele ale sistemului informațional local, propriu stației de lucru.

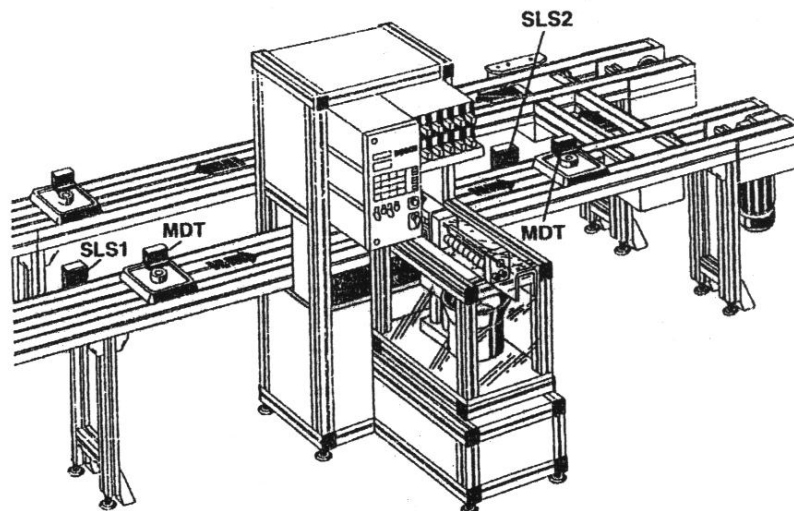


Fig.7.12.

- **Funcționarea unui post de lucru controlat de operator și calculator**, Fig.7.13., se realizează astfel:

- capul de citire/scriere (SLS1) citește datele referitoare la destinația paletai, de pe suportul mobil de memorie (MDT) al acestuia;

- datele sunt comparate cu cele stocate și în urma acestei operații se dă comanda modulului de separare, care conduce paleta spre ieșirea din circuitul principal și o înscrie în circuitul deviat;

- suportul mobil de memorie (MDT) al paletai este citit de capul (SLS2) și se comandă oprirea paletai în dreptul postului de lucru manual;

- informațiile necesare procesului din stația de lucru se citesc, suplimentar, din lista alocată codului paletelor;

Aceste informații se referă la erori și indicații privitoare la fazele de prelucrare precedente, la care a fost supusă piesa și sunt transmise calculatorului din postul de lucru, unde se identifică tipul de piesă, prin comparație cu liste de date memorate în sistemul local de informații, apoi se afișează pe monitor informațiile obținute (bun-defect). În funcție de rezultat, se alege noua destinație, care se înregistrează pe suportul mobil de memorie (MDT) al pletei și înscris în capul de citire (SLS2) și se execută următoarele funcții:

- SLS1: 1.citire; 2.comparare; 3.comutarea ieșirii de pe circuitul principal.
- SLS2: 1.citire; 2.comparare; 3.comanda opririi paletelor în dreptul stației de lucru; 4.citire; 5.oprire.

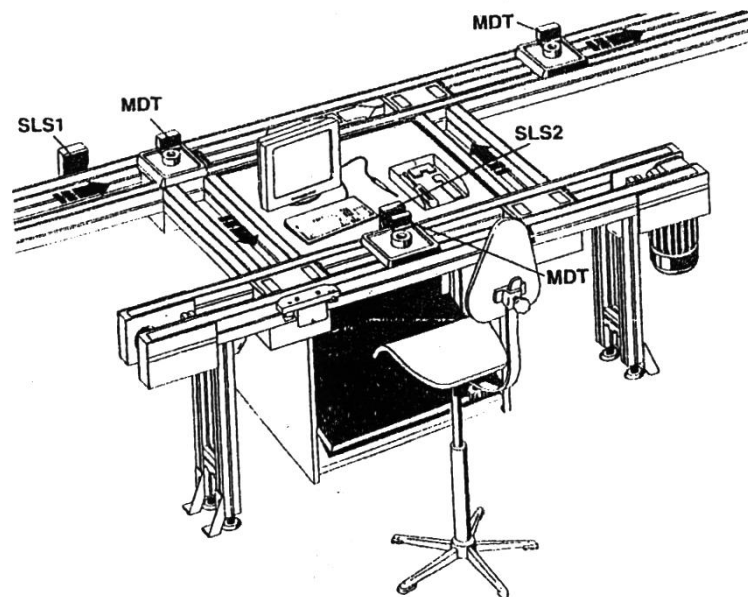


Fig.7.13.

Operațiile care urmează sunt executate de calculator:

- Afișarea blocului de date de pe monitor;
- Operația fiind încheiată, operatorul tastează date noi care se referă la noua destinație împreună cu rezultatele controlului efectuat de el în postul de lucru;
- Eliberarea paletelor din postul de lucru.

Sistemele de transfer tehnologic asigură un flux de producție controlat cu un nivel calitativ superior și de productivitate ridicată. Construcția modularizată asigură o flexibilitate de adaptare și utilizare sporită.

Sistemele de amenajare ergonomică a locului de muncă beneficiază de dezvoltarea sistemelor de transfer industrial.