

IMPLEMENTAREA SISTEMELOR FLEXIBILE AUTOMATIZATE – MIJLOC DE SPORIRE A PRODUCTIVITĂȚII MUNCII ȘI DE REDUCERE A PREȚULUI DE COST AL PRODUSELOR FINITE



DR., CONF. UNIV. ILIE BOTEZ,
DR., CONF. UNIV. ALEXEI BOTEZ,
ING., LECT. SUPERIOR ANDREI NASTAS,
ING., LECT. UNIV. ARTUR TĂBĂCARU,
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

PRIORITATEA PRINCIPALĂ A SISTEMELOR FLEXIBILE AUTOMATIZATE (SFA) CONSTĂ ÎN POSIBILITATEA DE A TRECE ÎNTR-UN TIMP RECORD DE LA UN TIP DE PRODUCȚIE LA ALTUL. ELABORAREA ȘI UTILIZAREA SFA ESTE UNA DIN DIRECȚIILE PRIORITARE CE CONDUCE LA CREȘTEREA PRODUCTIVITĂȚII, CALITĂȚII PRODUCȚIEI ȘI MINIMIZAREA PONDERII MUNCII MANUALE.

Practica mondială a demonstrat că utilizarea SFA la confecționarea pieselor și asamblarea mașinilor, comparativ cu aplicarea utilajului universal, comportă un șir de priorități tehnico-economice [1]:

- reducerea timpului de prelucrare (de 5 ori),
- reducerea numărului de muncitori (de 3 ori),
- reducerea intensității de exploatare a utilajului,
- reducerea numărului de mijloace de producție,
- reducerea duratei și costului pregătirii procesului de producere (de 2 ori) etc.

În fig. 1 este reprezentată schema SFA pentru confecționarea și asamblarea supapelor conductelor de apă de diferite dimensiuni. Sectoarele mecanic și de asamblare sunt legate între ele cu un robocar, pe platforma de lucru a căruia este instalat un transportor cu role, care asigură descărcarea și

instalarea automată a paletelor cu piese și a completelor de montaj.

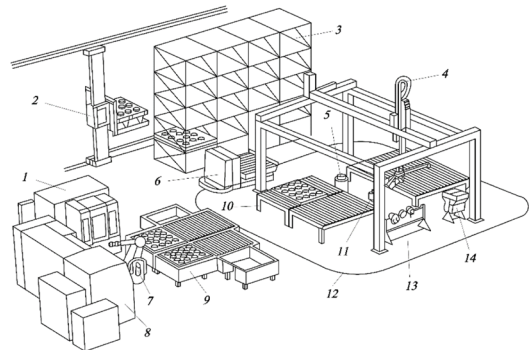


Fig. 1. Schema SFA pentru confecționarea și asamblarea supapelor conductelor de apă

1 – strung multioperațional, 2 – dispozitiv de ridicat palete cu piese și instalarea lor în celulele stelajului, 3 – stelaj pentru piese și semifabricate, 4 – robot portal, 5 – manipulator, 6 – robocar, 7 – robot staționar, 8 – strung cu comandă numerică, 9 – acumulate de piese și semifabricate, 10 – transportor cu role, 11 – prehensor, 12 – traseul robocarului, 13 – masă pentru ansambluri cu defecte, 14 – panou de dirijare

În componența SFA, pentru prelucrare mecanică, sunt incluse două strunguri: multioperațional și cu comandă numerică, deservite de un robot industrial cu șase grade de mobilitate. Tot aici este instalat și un acumulator de piese și semifabricate, unde se efectuează pregătirea următoarei partide de piese.

La sectorul de asamblare, manipularea pieselor este executată de robotul portal cu cinci grade de mobilitate. Paletele cu piese prelucrate pot fi instalate în patru poziții ale conveierului cu role. Ambele ansambluri ale supapei se montează la două stații. Robotul apucă de pe paletă carcasa supapei și o instalează pe stația de orientare. Ulterior carcasa se introduce în mandrina celei de-a doua stații, unde primul ansamblu al supapei se completează cu un con de reglare și cu un șurub cu piuliță.

Asamblarea preventivă a celui de al doilea ansamblu se realizează, de asemenea, la stația de orientare. Pentru introducerea prizoanelor care solidarizează ambele ansambluri, stația de orientare se deplasează la o distanță proporțională cu pasul filetului alezajului. Roboții asigură instalațiile cu prehensoare și scule. Supapa asamblată se instalează pe paletă și se scoate din zona de lucru.

În sistemele flexibile de producție, la realizarea operațiilor se utilizează roboții industriali. Robotul industrial reprezintă un sistem mecanic cu aspect uman, capabil să execute activități specifice omului, sau care s-ar realiza în manieră umană. Funcție de arealul utilizării, roboții se împart în industriali, informativi și casnici.

Robotul industrial este o mașină automată reprogramabilă, care în procesul de producție îndeplinește funcții variate. El constă din manipulator (mecanism de execuție) și sistem de dirijare (fig. 2).

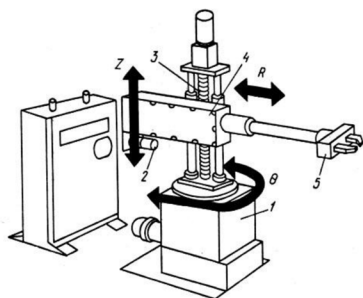


Fig. 2. Construcția și coordonatele deplasării brațului robotului industrial

- a – sistem de dirijare, b – manipulator
- 1 – bază, 2 – acționarea deplasării orizontale (R),
- 3 – acționarea deplasării verticale (Z),
- 4 – acționarea deplasării circulare (θ), 5 – organ de lucru

Direcțiile deplasărilor specifice unui manipulator pot fi cele mai variate: translații verticale sau orizontale și rotații în diferite direcții.

Construcția manipulatorului depinde de destinație și poate avea diferite grade de mobilitate, mecanisme de acționare, sisteme de dirijare ș.a. Organele de lucru ale manipulatorilor prezintă acele părți componente care execută nemijlocit operațiile tehnologice sau auxiliare. Drept exemplu, organul de lucru al unui manipulator de sudat este portelectrodul, al manipulatorului de vopsit – pulverizatorul (pistolul) de vopsit, iar al manipulatorului de deplasare pentru încărcare-descărcare sau asamblare – prehensoarul (dispozitivul de apucat).

Practica a demonstrat că eficacitatea aplicării roboților în procesele de producție depinde în mare măsură de construcția organelor de lucru ale manipulatorilor. Funcție de menirea lor, acestea pot fi dotate cu unul dintre organele de lucru ce urmează:

- 1) prehensoare (dispozitive de apucat), care execută operații auxiliare (apucarea și deplasarea piesei în zona de lucru);
- 2) scule tehnologice, prin intermediul cărora se execută operațiile tehnologice (înșurubare, nituire, vâltuire etc.);
- 3) dispozitive complexe, care execută operațiile principale și auxiliare (apucarea, transportarea și înșurubarea șurubului) etc.

Prehensoarele cu acționare electrică sunt dotate cu un sistem ce activează mecanismul de prehenșiune. Ca exemplu poate servi prehensoarul din fig. 3. Deplasarea fălcilor 1 și 2 se realizează prin transmisia șurub-piuliță 4 și roțile dințate 3 acționate de motorul 5.

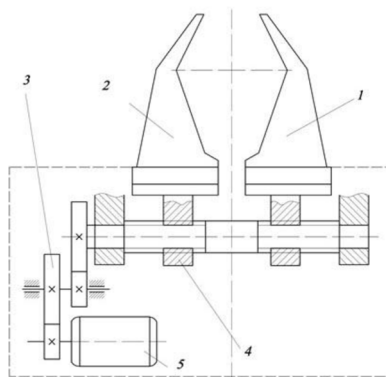


Fig. 3. Prehenzor cu acționare electrică

La deplasarea pieselor fragile se utilizează prehensoare cu camere elastice, ce se deformează sub acțiunea presiunii aerului sau lichidului pompat. Forțele de strângere se repartizează uniform grație contactului pe toată suprafața piesei. Un astfel de prehenzor este reprezentat în fig. 4.

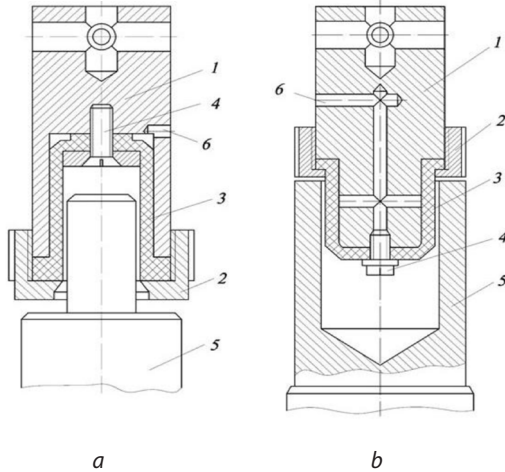


Fig. 4. Prehensoare cu camere elastice

*a – cu strângere de suprafața exterioară a piesei, b – cu strângere de suprafața interioară a piesei
1 – braț, 2 – piuliță, 3 – cameră elastică, 4 – șurub, 5 – piese (semifabricate), 6 – orificii pentru aer comprimat*

O variantă mai simplă este reprezentată în fig. 5. Acest prehenzor apucă piesa cu ajutorul unei ventuze. Eliberarea acesteia se efectuează prin egalarea presiunii de sub ventuză cu cea atmosferică, deschizând supapa 1.

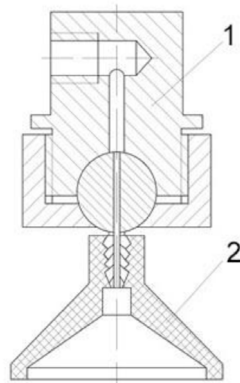


Fig. 5. Prehenzor vacuum

1 – supapă, 2 – ventuză

Prehensoarele magnetice pot fi utilizate pentru manipularea pieselor din materiale feromagnetice. Forțele de menținere ale acestor prehensoare sunt considerabile și permit o utilizare mai largă, atunci când este cazul.

În fig. 6 și fig. 7 sunt reprezentate două tipuri de prehensoare magnetice. Prehenzorul magnetic din fig. 7 permite adaptarea la suprafața piesei datorită utilizării gelului cu pulbere de oțel.

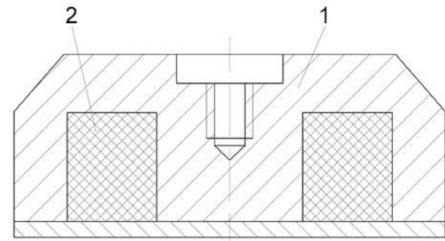


Fig. 6. Prehenzor magnetic rigid

1 – carcasă fieromagnetică, 2 – magnet

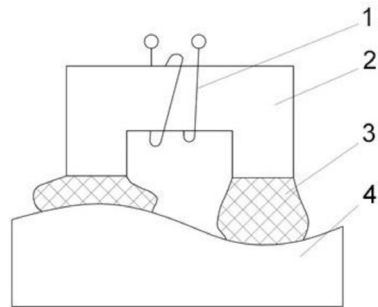


Fig. 7. Prehenzor magnetic adaptabil

*1 – bobină, 2 – electromagnet,
3 – sacoșe cu pulbere de oțel, 4 – piesa apucată*

Organele de lucru reprezintă mecanisme ce se fixează pe brațul manipulatorului.

Bunăoară, în fig. 10 este prezentat un organ de lucru destinat instalării rulmenților în carcasă. Rulmentul 1 se fixează de către fălcile amortizate 2. După apropierea organului de lucru de carcasă, tija 4 apasă reazemul 5 și inelul 6, astfel se presează rulmentul 1 în carcasă. La retragerea tije 4 (în sus), fălcile 2 se desfac și rulmentul rămâne îmbinat în carcasă.

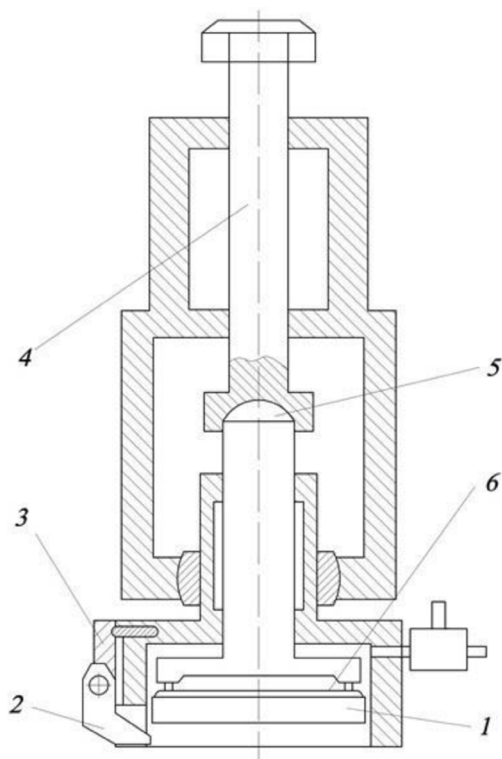


Fig. 8. Organ de lucru pentru instalarea rulmenților
1 – rulment, 2 – fălci amortizatoare, 3 – carcasă, 4 – tijă,
5 – reazem, 6 – inel

Dispozitivele complexe ale manipuloarelor realizează atât operații principale (asamblare, sudare, verificare), cât și operații auxiliare (transport, încărcare, descărcare, ambalare etc.).

Un astfel de dispozitiv este reprezentat în fig. 9 [4], fiind destinat instalării automate a inelelor de reazem în canalul fusului. El constă din corpul 1, în care sunt plasate pe ghidaje cărucioarele 4 și 20, având posibilitate de deplasare cu ajutorul unor sisteme individuale de acționare 5 și 19. Căruciorul 4 este legat prin semiprisma 8 și șurubul 6 cu sistemul de acționare 5, iar căruciorul 20, prin semiprisma 17 și șurubul 18 – cu sistemul de acționare 19. Arborii 6 și 18 au porțiuni filetate cu care se înșurubează în semiprismele 8 și 17. Pe peretele vertical interior al fiecărei semiprisme sunt amplasate, cu posibilitate de rotație și fixare în poziție de lucru, discurile 16. Pe suprafața frontală a discurilor

sunt instalate elemente de strângere 9. Poziția discurilor se fixează prin suportul 7. Rotația discurilor se realizează la reglarea organului de lucru. În fiecare semiprismă este fixat câte un deget de strângere montat din verigile 13, stabilite pe elementele elastice 14. În fiecare verigă este executată câte o gaură 11 prin care trece cablul 15, care are la capete limitatoarele 12. Blocul 2 rigid este îmbinat cu tija cu arc și cablul cu acționarea 3. Pe suprafețele de lucru ale fiecărei verigi 13 este realizată o creștătură dispusă de-a lungul degetului de strângere. O creștătură de aceeași formă este executată și pe suprafața de lucru a fiecărei semiprisme 8 și 17.

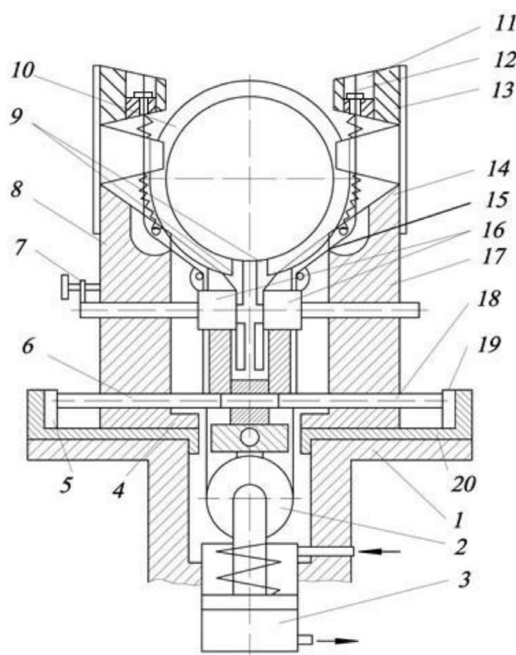


Fig. 9. Dispozitiv complex

Dispozitivul dat funcționează astfel: în poziția inițială tija transmisiei 18 ocupă poziție intermediară, suprafețele de lucru ale degetelor de strângere ale ambelor semiprisme se dispun paralel una față de alta. Distanța dintre ele trebuie să fie mai mică decât diametrul exterior al inelului de reazem 10. Acest inel e dispus aici în așa mod, încât cheia sa să fie orientată spre elementele de desfacere 9. Brațul cu mecanismul complex apasă pe inel și el intră în creștăturile elementelor degetelor 14.

Deplasarea brațului manipulatorului se realizează până în momentul când elementele de strângere 9 ale discurilor 16 intră în cheia inelului 10. Se conectează acționările 5 și 19 ale arborilor 6 și 18, rotirea cărora asigură deplasarea semiprismelor spre periferia inelului. Are loc deformarea elastică a inelului și creșterea diametrului interior al acestuia.

Când diametrul interior al inelului depășește valoarea diametrului exterior al fusului de bază, acționările 5 și 19 se stopează. Se conectează acționarea 3 a degetelor de strângere, care atinge forța necesară de deformare a inelului elastic. Brațul manipulatorului aduce inelul elastic în poziția de lucru, fiind introdus pe fusul de bază până când inelul ajunge în dreptul canalului fusului. Se dă comanda rotirii inverse a arborilor 6 și 18,

asigurând apropierea semiprismelor. Prin aceasta inelul elastic capătă dimensiunile inițiale, ocupând poziția necesară în canalul fusului de bază. Se conectează transmisia 3, ce asigură eliberarea inelului, după care brațul manipulatorului cu dispozitivul complex ocupă poziția inițială.

Fiind cercetate particularitățile constructive și funcționale ale inelelor de reazem excentrice (fig. 10, a), s-a stabilit că teoretic inelele excentrice din punct de vedere ale deformării au multe avantaje față de cele concentrice. Datorită formei lor, deformațiile se distribuie mai uniform și astfel devin mai trainice.

La montare, inelele sunt deformate de forța distribuită q (fig. 10, b) sau de două forțe concentrate F , depuse tangențial (figurile 10, d, f).

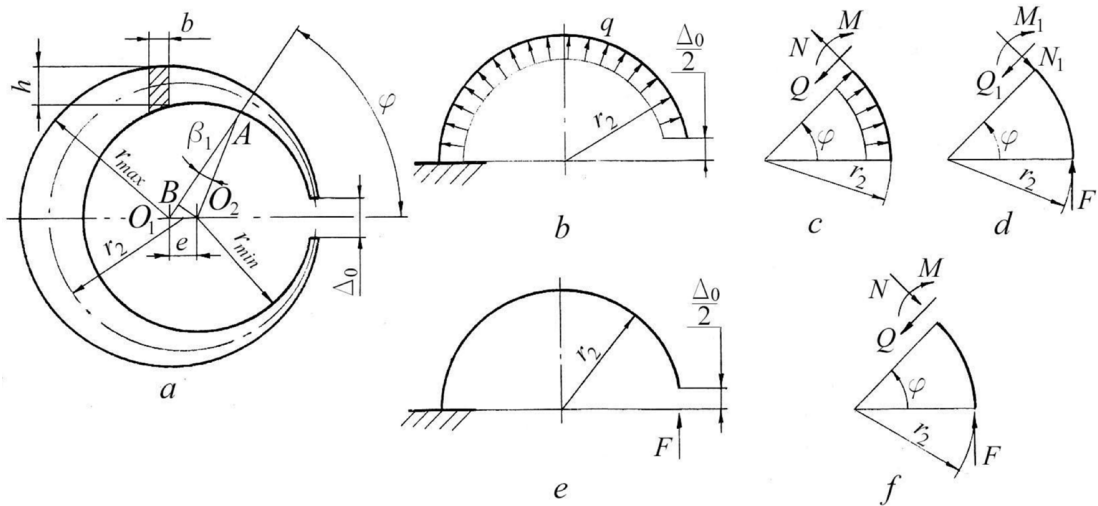


Fig. 10. Inelul de reazem (a) și schemele repartizării forțelor și momentelor cu repartizarea deformațiilor în timpul montării

La instalarea în alezaj, inelele sunt strânse, iar pe arbore desfăcute. În dependență de aceasta, forțele de deformare sunt depuse într-o direcție sau alta, de aceea formulele ce se referă la inelele instalate pe arbore, echivalente celor ce se referă la inelele instalate în alezaj, diferită fiind doar direcția forțelor și deformațiilor.

Cercetările efectuate la UTM au demonstrat că schimbarea excentricității χ conduce la schimbarea valorilor forțelor necesare deformării. Valoarea maximă rămâne în toate cazurile neschimbată (figurile 11 și 12).

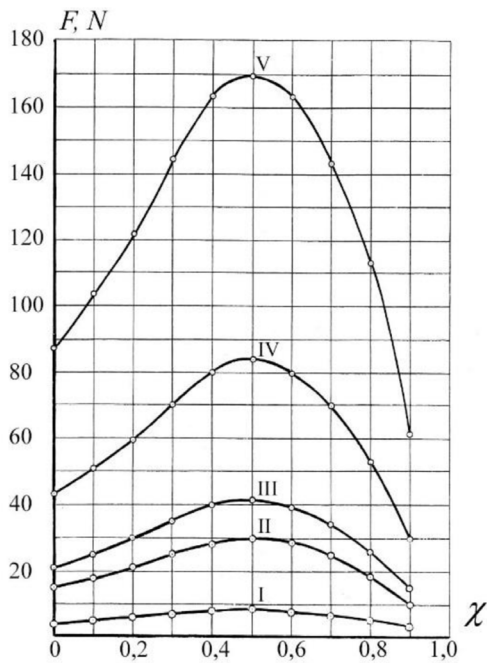


Fig. 11. Graficul dependenței forței de deformare F de excentricitatea inelului χ pentru diferite dimensiuni ale inelului

- I - $r_2 = 3,68$ mm,
- II - $r_2 = 14,4$ mm,
- III - $r_2 = 24,3$ mm,
- IV - $r_2 = 42,75$ mm,
- V - $r_2 = 60,0$ mm.

Inele sunt deformate de forțele F , îndreptate sub un unghi oarecare α față de tangentele duse la circumferința exterioară a inelului (fig. 13, a). În

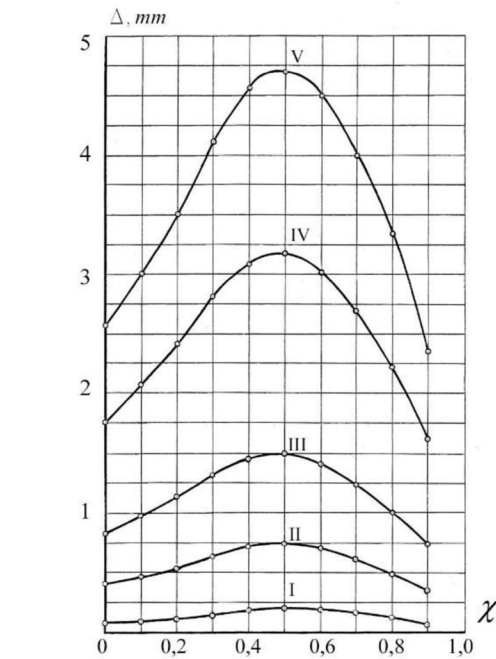
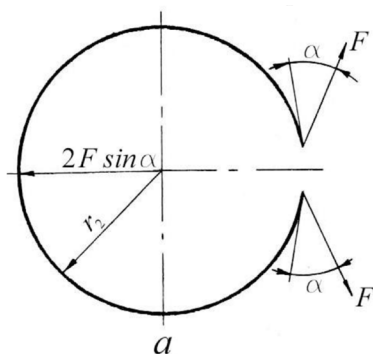


Fig. 12. Graficul dependenței jocului Δ de excentricitatea inelului χ pentru diferite dimensiuni ale inelului

- I - $r_2 = 3,68$ mm,
- II - $r_2 = 14,4$ mm,
- III - $r_2 = 24,3$ mm,
- IV - $r_2 = 42,75$ mm,
- V - $r_2 = 60,0$ mm.

calitate de parametru al deformării inelului poate fi luată schimbarea suprafeței cercului cu raza r_2 .

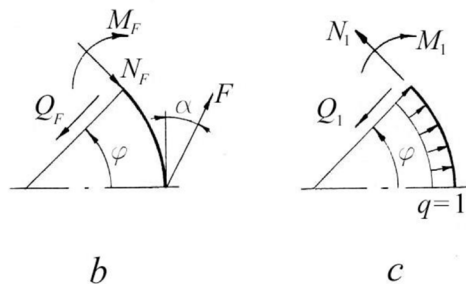


Fig. 13. Scheme ale acțiunii forțelor, momentelor și factorilor interni apăruiți în timpul montării

Algoritmul studierii dependenței deformației inelului de unghiul α și excentricitatea χ conține trei etape:

1. Determinarea unghiului φ ;
2. Calculul forței maximal admisibile, necesare pentru deformarea inelului de reazem;
3. Optimizarea parametrului δA .

Funcțiile factorilor interni apăruți la acționarea forței F : M_r , N_r și Q_r sau de la acționarea forței q : M , N și Q sunt determinate după metoda secțiunilor (figurile 15, b, c).

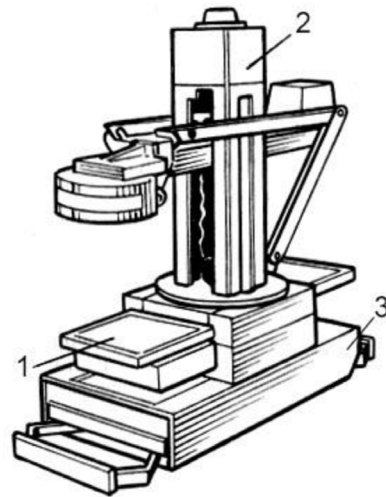
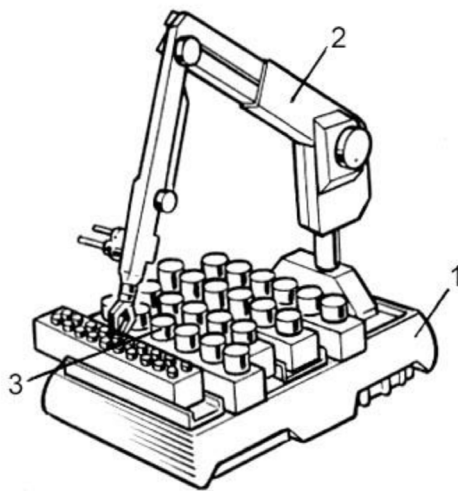


Fig. 14. Roboți industriali mobili (robocare)

1 – cărucior, 2 – manipulator, 3 – palete cu piese

În cazul depozitelor cu multe nivele, robocarul poate fi deplasat vertical, de către ascensor, la nivelul corespunzător, ulterior produsele fiind deplasate și încărcate în celula necesară. La întoarcere, robocarul se încarcă cu semifabricate din celula respectivă, coboară cu ascensorul și repartizează automat semifabricatele pe la locurile de muncă.

Robocarul poate activa non-stop. Un robocar poate înlocui în secțiile mecanice ale întreprinderilor de la 6 până la 12 muncitori.

REFERINȚE

1. STOICEV, P., BOTEZ, I., BUNESCU, M., BOTEZ, A. *Automatizarea proceselor în mașini și sisteme de producție*. Manual-proiectare de an și de diplomă.

Roboții industriali mobili (robocarele) asigură deservirea automată a secțiilor uzinelor industriale. Roboții mobili (fig. 14) sunt dotați cu sistem de dirijare, care comandă cu toate acțiunile lor. Ei se deplasează prin secție și, datorită construcției mecanismului de dirijare, posedă o manevrabilitate sporită. Robocarele realizează următoarele lucrări: asigurarea locurilor de muncă cu semifabricate, scule, dispozitive; transportarea și stocarea pieselor finite la depozit.

Chișinău: Secția de redactare, editare și multiplicare a UTM, 2005.

2. BOTEZ, I., STANCIU, A. *Roboții în viața cotidiană*. Chișinău: Cartea Moldovenească, 1985.

3. BOTEZ, I., POPA, V. *Automatele fabrică mașini*. Chișinău: Cartea Moldovenească, 1985.

4. Brevet de invenție nr. 1451004, I. Cl. B25 15/00, *Zahvat promishlennogo robota*. Bostan I, Dulgheru V., Foiu N. publ. 15.01.1989. Bul. nr. 2.

5. Brevet de invenție nr. 1556661. B25 15/00, *Podvijnoi promishlennii robot*. publ. 07.06.1990. Bul. nr. 21.

6. Brevet de invenție nr. 831491. G01N 33/38, *Dispozitiv pentru instalarea inelelor de reazem*. Botez I., Popa V., Guzman N., Movilă V. 28.06.1979. publ. Bul. nr. 19, 1981.

REZUMAT

Implementarea sistemelor flexibile automatizate – mijloc de sporire a productivității muncii și de reducere a prețului de cost al produselor finite. Prioritatea principală a sistemelor flexibile automatizate (SFA) constă în posibilitatea trecerii producției de la un tip la altul într-un timp record. Elaborarea și utilizarea SFA este una din direcțiile prioritare ce conduce la creșterea productivității, calității producției și minimizarea ponderii muncii manuale. Practica mondială a demonstrat că utilizarea SFA la confecționarea pieselor și asamblarea mașinilor, comparativ cu utilajul universal, are un șir de priorități tehnico-economice: reducerea timpului de prelucrare de 5 ori, reducerea numărului de muncitori de 3 ori, utilizarea efectivă a utilajului, reducerea numărului de mijloace de producție, reducerea duratei și costului pregătirii procesului de producere de 2 ori etc.

ABSTRACT

Implementation of Automated Flexible Systems – A Means of Enhancing Labor Productivity and Reducing the Cost Price of Finished Products. The main priority of automated flexible systems (AFS) consists in the possibility of moving production from one type to another in record time. Development and use of AFS is one of the priority directions leading to an increase in productivity, product quality and minimization of the weight of manual labor. World practice has shown that the

use of AFS in manufacturing parts and assembling machines, compared with the universal equipment, has a number of technical and economic priorities: 5-time reduction of the processing time, 3-time reduction of the number of workers, efficient use of equipment, reduction of the number of production means, 2-time reduction of the preparation time and cost of production process, etc.

РЕФЕРАТ

Внедрение гибких автоматизированных систем - средство повышения производительности труда и снижения себестоимости готовой продукции. Главным приоритетом гибких автоматизированных систем является возможность переноса производства от одного типа к другому в рекордно короткие сроки. Их разработка и использование является одним из приоритетных направлений, ведущих к повышению производительности, качества продукции и сведению к минимуму доли ручного труда. Мировая практика показала, что использование гибких автоматизированных систем в монтаже оборудования и изготовлении деталей, по сравнению с универсальным оборудованием, имеет ряд технических и экономических приоритетов: пятикратное снижение времени обработки, трехкратное сокращение числа рабочих, эффективное использование оборудования, снижение количества производственных средств, двукратное уменьшение времени обучения и стоимости производственного процесса и т.д.