Лекция - 10

10 Өнеркәсіптік роботтарды қосалқы технологиялық операцияларда қолдану

10.1 Робототалған технологиялық кешендердің жіктелуі.

Робототехниканың өзекті міндеттерінің бірі-қосалқы операциялармен айналысатын жұмысшыларды ауыстыру. Қосалқы операцияларды автоматтандыру құны негізгіден 3-4 есе төмен болса да, оларды автоматтандыру дәрежесі екі есе төмен. Нәтижесінде, бүгінгі күні өнеркәсіпте жұмыс істейтін жұмысшылар осындай ең беделді және жоғары біліктілікті қажет етпейтін қол операцияларында жұмыс істейді. Негізгі технологиялық жабдыққа қызмет көрсету жөніндегі қосалқы операцияларда пайдаланылатын роботталған технологиялық кешендер және осындай ӨР негізгі технологиялық процестің немесе оны іске асыратын негізгі технологиялық жабдықтың түрі бойынша жіктеледі. Мұндай РТК (Роботталған технологиялық кешендер) негізгі түрлері механикалық өңдеу, қалыптау, пластмассаны престеу, ыстық қалыптау және соғу, қысыммен құю және цех ішіндегі көлік болып табылады [32].

10.2 Механикалық өңдеудің роботтандырылған технологиялық кешендері.

Қосалқы операцияларда ӨР қолданудың маңызды салаларының бірі-металл кесетін станоктарға қызмет көрсету. Мұнда ӨР жабдықты жүктеу – түсіру, яғни өңделетін бөлшектерді орнату және өңдеу аяқталғаннан кейін оны алып тастау сияқты ең типтік қосалқы опера- ция жасайды. Осындай операцияларды ӨР технологиялық процестің басқа түрлеріне қызмет көрсетеді. Сондай-ақ пресс-форманы майлау, бөлшектерді сұйыққа батыру, операция аралық тасымалдау, қатарлау және т.б. сияқты арнайы қосалқы операциялар да бар.

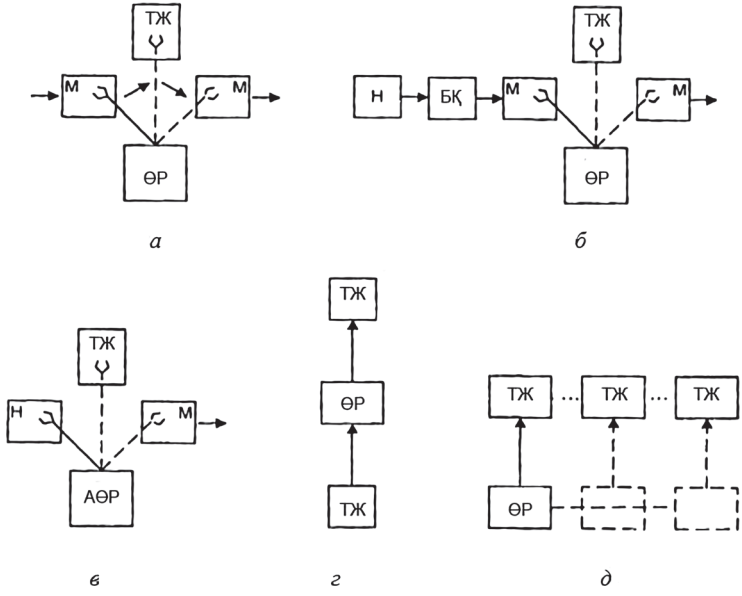
Механикалық өңдеудің роботтандырылған технологиялық кешендерінің негізгі технологиялық жабдықтарына токарлық, бұрандалық, фрезерлік, тісті өңдеу, тегістеу станоктары жатады

Технологиялық жабдыққа келесі негізгі талаптар қойылады: автоматты жұмыс режимі, оның басқару жүйесінің - тақырыппен келісілуі,

станокта бөлшектерді орнату аймағына ӨР манипуляторының кіру мүмкіндігі.

РТК автоматты режимін қамтамасыз ету үшін оның құрамына жоңқаларды жою, жұмыс органдары мен құралдарын майлау және салқындату, орналасу беттерін тазалау құрылғылары, бұйымдарды өңдеу сапасын бақылау құралдары; бағдарланған бөлшектерді даналап беретін дүкендер; қоршау құрылғылары кіруі тиіс. РТК қойылатын бірінші талаптарға сәйкес оларға арналған станоктардың негізгі түрі СББ бар станоктар болып табылады.

Мұндай кешендерде механикалық өңдеудің елеулі уақытының салдарынан бірнеше станоктардың жұмысы бір ӨР қызмет көрсетуі кеңінен қолданылады. Станоктарды қарапайым түрде басқару үшін ӨР циклылдық басқаруы қолданылады, ал жалпылай алғанда ӨР дискретті позициялық нұсқасы пайдаланылады. Мұндай ӨР орташа алғанда аптасына бір рет бағдарламасын өзгертіп отырады, яғни жиі емес СББ қарағанда. Бұл ӨР циклының ұзақтығы орташа алғанда бірақ минут.



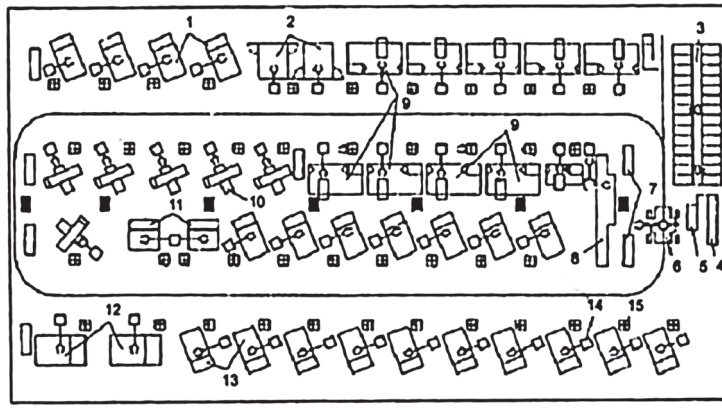
Сурет 4.11. «Станок – ӨР» роботталған технологиялық ұяшықтарды құрастыру

4.11, а суреттте «ӨР станогы» қарапайым роботталған технологиялық ұяшығы көрсетілді. Өңделетін бөлшекті сол дүкеннен алады. Онда бөлшектер ұяшықтарға бағдарланған күйде бір-бірлеп беріледі. Өңдеу аяқталғаннан кейін ӨР бөлшекті алып, оны оң дүкенге салады. Мұндай ұяшықтардан технологиялық учаскелерді, желілерді жинайды. Мұндай ұяшықтарды желіге тізбектеп жалғаған кезде барлық кейінгі ұяшықтар алдыңғы ұяшықтың шығуында дүкеннен бөлшектер алады. Алайда, сол дүкен үшін ең бірінші ұяшық жалпы жағдайда бағдарланбаған, яғни үйіп алынған бөлшектерді алдын ала бағдарланған орналастыру міндеті бар. Осы міндетті шешудің келесі нұсқалары принципті болуы мүмкін:

1) арнайы бағдарлаушы құрылғыны қолдану (сур. 4.11, б);
2) дүкенді жүктеу үшін адаптивті ӨР пайдалану;
3) бірінші ұяшық станогына қызмет көрсету үшін осындай ӨР қолдану (сурет 4.11, в).

ТЖ – негізгі технологиялық жабдық; М- бағдарланған бөлшектерді даналап беретін дүкен; БҚ – бағдарлаушы құрылғы; Н – үйінді бөлшектер; АӨР – адаптивті өндірістік робот.

Қазіргі уақытта вибробункерлер үлгісіндегі арнайы бағдарлаушы құрылғылар кеңінен таралған.



Сурет 4.12. Механикалық өңдеудің роботтандырылған цехы
1, 2, 11, 12, 13 – Токарлық станоктар; 3 – қойма; 4 – тиеу құрылғысы;
5 – түсіру құрылғысы; 6 – еденділік көлік ӨР; 7 – аралық қоймалар;
8 – созу станогы; 9 – тегістеу станоктары; 10 – фрезерлік
станоктар; 14 – ӨР; 15 – дүкендер

Бейімделгендерді қолданудың негізгі кемшілігі – олардың едәуір құны. Сондықтан кейбір жағдайларда арнайы бағдарлаушы құрылғыларды пайдаланғанда, олар неғұрлым қолайлы. Өкінішке орай, барлық арнайы құрылғылар сияқты, олардың қолданылу саласы өнделетін бөлшектердің сирек ауысуымен ірі сериялы және сериялық өндірістермен шектелген. Бұл шектеуді әлсірету үшін қайта құрылатын бағдарлаушы құрылғылар құрылады (ауыспалы бөліктері және т.б.). Пайдалану нұсқасы бейімделу ӨР станоктарға тікелей қызмет көрсету үшін, бөлшектерді станокта ұзақ өндеп, бір ӨР бірнеше станоктарға ұзақ циклінде өндей алады (сур. 4.12, г және д). Бұл жағдайда ӨР құны тиісінше бірнеше технологиялық ұяшықтарға бөлінеді.

4.12 суретте механикалық өңдеу цехы көрсетілді, онда көлік-қойма операцияларын қоса алғанда, барлық операциялар автоматтанды- рылды. Басқару жүйесіне ЭЕМ, сымсыз байланыс құрылғысы және сөйлеу командалық құрылғысы бар пульт кіреді.

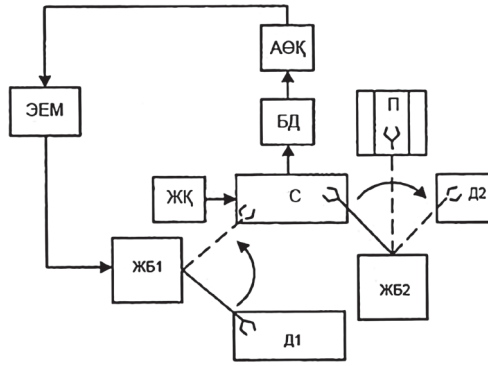
10.3 Роботталған технологиялық кешендерді суық түрінде қалыптау.

ӨР кең қолданудың тағы бір саласы – парақты суық күйінде қалыптау болып табылады. Бұл 30%-ға жеткен жұмысшылардың үлкен жарақаттануымен және престерге қызмет көрсетудің бір қалыпты болуымен, сондай-ақ осы операцияларда қолдану қарапайымдылығымен түсіндіріледі. Ойлы робот мұнда да механикалық өңдеудегі сияқты, ең алдымен тиеу–түсіру операцияларын орындау үшін қолданылады: престерді бастапқы парақ материалымен тиеу (парақты штампқа беру) және штамптарды түсіру (штамптауды алу және оны дүкенге салу).

Механикалық өңдеумен салыстырғанда суық штампыларда ӨР қолданудың негізгі ерекшелігі едәуір жылдам әрекетті қамтамасыз ету қажеттілігі болып табылады, себебі престің жұмыс циклі бірнеше секундпен өлшенеді. Бұл жерде қолданылатын ӨР қарапайым цик- лдық басқаруы бар, әдетте, координаталардың циклдық жүйесі және қозғалудың үш дәрежесінен артық емес. Қысқыш құрылғы көбінесе вакуумдық тұнба түрінде орындалады. Престің қажетті жылдам қызмет көрсетуін қамтамасыз ету үшін екі манипуляторы бар ӨР жиі қолданады – біреуі жүктеу үшін, ал екіншісі штампты түсіру үшін.

Кейде түсіру престің станинасына орнатылатын итергіштің көмегімен немесе қалыптауды сығылған ауамен үрлеу арқылы жүзеге асырылады.

4.13 суретте үймеден дайындамаларды алу үшін кіре берістегі адаптивті суықтай қалыптау РК үлгісі көрсетілген.



Сурет 4.13. Кіре берістегі адаптивті
ӨР роботталған кешеннің суық түрінде қалыптауы.
С – үстел; БД – бейнедатчик; ЖБ – жарық беру құрылғысы; П – пресс

Техникалық көруі бар ӨР 1 бейімделген позициялық робот Д1 дүкенінен бағытталмаған парақ дайындамаларын алады, онда олар үйіп орналасқан және еркін жағдайда С. үстеліне салады. Бейне-датчиктан ақпарат дайындау контурын бөлу жүзеге асырылатын бейнеақпаратты алдын ала өңдеу құрылғысына түседі. Бұдан әрі ЭЕМ-де дайындаманың координаттары мен бағдарлануы есептеледі және ӨР 1 басқару құрылғысына берілетін түзетуші сигналдар қалыптасады, ол бойынша робот дайындаманы есептік позицияға кейіннен оны ӨР 2 циклдық өнеркәсіптік роботпен алу үшін жылжы- тады. ӨР 2 циклдік робот бұл дайындаманы прессе орнатады, содан кейін одан бөлшектелген бөлшекті алады және дайын бөлшектер Д2 дүкеніне салады.

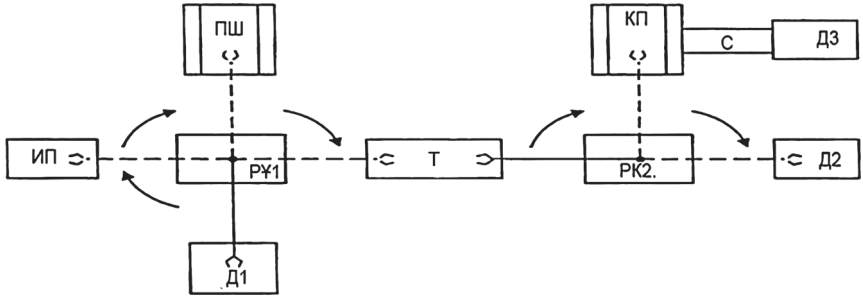
Мысалы, радиозаводтың суық парақты қалыптау цехының жұмысын қарастырайық. Цехтың АБЖ материалдарға, дайында- маларға қажеттілікті анықтауды, жекелеген учаскелер, қоймалар мен көлік жүйелері үшін жоспарлау мен басқаруды, цех АБЖ - ның басқа да міндеттерін шешуді, оның ішінде зауыттың АБЖ-мен ақпарат алмасуды қоса алғанда, өндірісті жедел және күнтізбелік жоспар- лауды жүзеге асырады. Дайындалатын бөлшектердің номенклату- расы радиотехникалық бұйымдарға арналған типтік бөлшектер, негіздер, платалар, кронштейндер, қапсырмалар және т.б. Парақ ЭЕМ-ге есептелген карталар бойынша боялады. Дайындамалар дай- ындама қоймасына тапсырылады. Осыдан цехтың АБЖ командасы

бойынша олар көлік жүйесі арқылы кассеталау желісіне түседі және одан әрі толтырылған кассеталар дайындама қоймасына қайтарылады. Қалыптау учаскелері дайын өнім қоймасына дайын бөлшектерді тасымалдауды қамтамасыз ететін тиісті көлік жүйесі арқылы дайындамалармен және жарақтармен жабдықталады. Көлік жүйелері едендік көлік-тиеу роботтары базасында салынған. Цехты жалпы басқаруды оператор пульттің көмегімен жүзеге асырады, оған дайындамалары бар кассеталарды өндіру, дайын өнімдер дүкендерін толтыру, көлік- тиеу роботтарының жағдайы, жұмыста ақаулықтар болуы мүмкін.

10.4 Ұсталық-қалыптау өндірісіндегі роботталған технологиялық кешендер.

Ұсталық-қалыптау өндірісін автоматтандырудың негізгі ынталандыру өнімділікті арттырумен қатар ұсталық цехтардағы жұмыстың ауыр жағдайлары болып табылады. Алайда, мысалы, суық қалыптаудан айырмашылығы, мұндай өндірісті кешенді автоматтандыру міндеті ұста жұмысының күрделілігіне байланысты елеулі қиындықтар тудырады. Сондықтан, мұнда ӨР қолмен және автоматизацияланған басқару манипуляторларымен қатар – білікті ұста басқаратын соғу телеоператорлары кеңінен қолданылады [32].

Автоматтандыруды қалыптаудан басқа дайындамаларды қыздыру пешіне салу, пештен қыздырылған дайындаманы алу, оны шөміш престерге ауыстыру, шөміш кезінде дайындамамен манипуляциялау, дайын соғуды дүкенге салу операциялары жатады. Сонымен қатар, штампты майлау және үрлеу (қабыршақты үрлеу), қабықты бөлшектен кесу және оны ыдысқа салу сияқты қосымша операциялар да бар.



Сурет 4.14. Роботталған ыстық қалыптау кешені.
ИП – индукциялық пеш; ПШ – қисық пішінді ыстықтай қалыптайтын пресс; ШП – шабатын пресс; ӨР 1-робот – ұста; ӨР 2-робот – шабушы; Т – транспортер; Д1, Д2, Д3 – дайындамаларға, шыңдауға және қалауға арналған дүкендер

4.14 суретте ыстық көлемді штамптаудың РТК сұлбасы көрсетілген, оған 2 ӨР кіреді: ӨР1 – ұста-робот және ӨР2 – шабушы кіреді. Ұста-Робот дайындамаларды қыздыру және ПШ ыстық қалыптау үшін ИП индукциялық пешіне қызмет көрсетеді, ал робот-шабушы – қыртыстан қыртысты кесу үшін ПБ-ның об-кескіш престеріне қызмет көрсетеді. Кесінді преске соғулар дүкенге транспортерлердің көмегімен тасымалданады

Бүгінде салмағы 25-500 кг шыңдау номенклатурасының 80%-дан астамы еркін шыңдау әдісімен дайындалады. Еркін соғудың РК әдетте гидравликалық пресс пен манипуляторды қамтиды, оның көмегімен оператор-ұста соғу кезінде дайындамалармен жұмыс жасайды. ЭЕМ-де орындалған кешенді басқару жүйесі мынадай режимдерді көздейді:

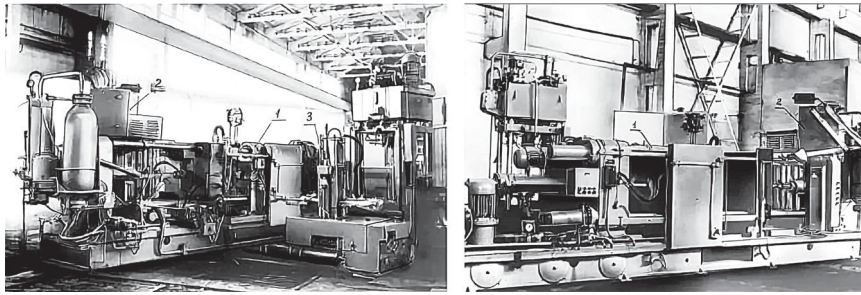
1) басқару пультінің көмегімен баспақты жартылай автоматты басқару;
2) басқару пультінде орналасқан негізгі тұтқаның көмегімен манипуляторды жартылай автоматты басқару;
3) жадқа алдын ала енгізілген бағдарламаны басқару құрылғысы бойынша автоматты басқару (басқа бағдарламаға немесе басқа басқару режиміне көшумен бағдарламаны орындауды үзу жолымен оператордың оперативтік араласу мүмкіндігімен);
4) басқару тұтқасының көмегімен оқыту әдісімен манипуляторды бағдарламалау.

Қысыммен құюдың роботталған технологиялық кешендері

Қысыммен құю әдісімен бөлшектерді өндіру процесі пештен алынған сұйық металдың белгілі бір порция қысымымен құю машинасына мойыны арқылы құюға, содан кейін дайын құйманы алып тастау және құю қалдығын шабу үшін оны беруге негізделген. Бұдан басқа, майлауды және пресс-формаларды үрлеуді жүзеге асыру қажет. Қысыммен құю машиналарына қызмет көрсету үшін ӨР қолдану тиімділігі олардың жұмысшыларына қызмет көрсету кезінде оны мөлшерлеу мен құю кезінде шашыраудың дәл еместігіне байланы- сты металдың жоғалуы, сондай-ақ жабдықтың тоқтап қалуы және жұмысшының шаршауына байланысты өнімділіктің төмендеуі айтарлықтай байланысты. Бұл ретте, еңбек жағдайлары ғана емес, сонымен қатар ауыр және денсаулығына зиянды.

Роботталған қысыммен құю кешені тарату пешінен, қысыммен құю машинасынан, құюға арналған сығымдағыштан, құюшы робо- тынан және құюды алу және оны сумен бакта суыту үшін роботтан тұрады. 4.15 суретте екі ӨР қызмет ететін қысыммен құю учаскесі

көрсетілген. Құюшы-робот өз жұмыс органын – шөмішті – тарату пешінде балқытылған металға салады. Шөмішті батыру тереңдігі өзі алатын металдың массасын анықтайды және арнайы контактілі датчиктермен бақыланады. Шөмішті қыздыру және толтыру үшін қажетті уақыттың белгілі бір ұстауынан кейін шөміш көтеріледі, қысыммен құю машинасының металл қабылдағышына жылжытылады және металды құю үшін еңкейеді. Оны толық құйғаннан кейін негізгі пре- стеу операциясы жүзеге асырылады. Содан кейін тақырыптар Робот құймаларды кесу үшін баспаққа беріледі және дүкенге лақтырылады.



а) *б)*

Сурет 4.15. Роботты қысыммен құю кешені: а – робот-құюшы тарапынан көрініс; б – құюды шешетін Робот тарапынан көрініс

Қазіргі уақытта икемді автоматтандырылған өндірістер деп аталатын жоғары өнімді, икемді және жоғары автоматтандырылған өндірістерді құруға тұрақты үрдістер бар.

Икемді автоматтандырылған өндірістерді (ИАӨ) құру қазіргі заманғы өнеркәсіптік өндірістің іргелі міндеті болып табылады, алайда оны іске асыру шығармашылық және техникалық-экономикалық сипаттағы күрделі қиындықтарды еңсерумен байланысты

ИАӨ-тың осы маңызды көрсеткіштері бойынша өндірістің ең заманауи және перспективалық түрлері болып табылады. Икемді автоматтандырылған өндіріс деп өзара байланысты технологиялық операцияларды және оларды басқару процесін автоматтандыру- мен, адамдардың өндірістік процеске тікелей қатысу қажеттілігін болдырмайтын, өндірісті жаңа өнім түрін шығаруға тез және ең аз шығындармен қайта құруға мүмкіндік беретін икемді технологияның органикалық үйлесімін түсінеді. Бақылау, баптау, күтпеген кедер-

гілерді жою функцияларын жүзеге асыру үшін адамдардың ең аз санының қатысуын талап ететін мұндай ИАӨ өнеркәсіптік робот- тарды қолдану базасында олардың жылдам және оңай жүзеге асы- рылатын бағдарламалауға немесе қайта оқытуға қабілеттілігімен мүмкін болды. Осылайша, өнеркәсіптік роботтар әдеттегі икемді, автоматтандырылған өндірістерге көшуде шешуші рөл атқарды [11].

ИАӨ ауқымы бойынша желі, учаске, цех немесе зауыт болуы мүмкін.

Икемді өндірістік жүйелер (ИӨЖ) типтерінің алуан түрлілігі және олардың әрқайсысын бір мәнді анықтау қажеттілігі «Өндірістік икемді жүйелері» атты ГОСТ26228-85 ашуға тура келді. «Терминдер мен анықтамалар», ол қажет қарау кезінде байланысты мәселелерді икемді өндірістік жүйелері (ИӨЖ) деп қарастырады. Шетел әдебиетінің терминологиясы бірқатар жағдайларда Ресейлікстандарттан өзгеше болуы мүмкін. Мысалы, шетелде ИАӨ терминінің қолданылуы шектеулі; оның орнына жалпы термин – ИӨЖ қолданылады.

Жоғарыда атап өтілді, кез келген ИӨЖ базалық элементі болып, сонын ішінде ИАӨ, икемді өндірістік модуль (ИӨМ), оның құрамына автоматтандырылған басқару жүйесі кіреді:

1) технологиялық жабдық (метал кесетін станок, пресс, дәнекерлеу үшін құрылғы, технологиялық робот және т.б.), тікелей бұйымның қалыптасуымен дайындығын қамтамасыз ету;
2) көтерме – көліктік және қайта тиеу жабдықтар, соның ішінде өнеркәсіптік робот (манипулятор, автооператор және т.б.), дай- ын бұйымдар мен детальдарды қажетті манипуляцияларды ИӨМ шегінде орындау;
3) қосымша шеткі жабдық, беру, ретпен толтыру, бағыттау мен дайын бұйымды қабылдау, детальтар мен құралдарды қамтамасыз ету;
4) бақылау-өлшеу жабдықтары, басқа басқару жүйелерімен бірге технологиялық процестің сапасын бақылау үшін;
5) өндеу қалдықтарын жою арналған жабдықтар (жонқалар, қалдықтар, кесінділер және т.б.).

ИӨМ негізін автоматтандырылған технологиялық жабдық құрайды, атап айтқанда ИӨЖ механикалық өңдеу үшін – сандық бағдарламалық басқарылатын металл кесетін станоктар – токарлық, өсімдік, фрезерлік, бұрғылау және басқа да көп мақсатты кешенді станокты агрегаттар – өңдеу орталықтары. ИАӨ-да пайдаланылатын металл кесетін станоктардың жартысына жуығы көп мақсатты болып

табылады. Мұндай өңдеу орталығы түрлі технологиялық операцияларды, мысалы, токарлық, фрезерлік және бұрғылау операцияларын орындай алады, және де олардың барлығы дайындаманы станокқа бір орнату кезінде жүргізіледі, бұл дайындаманы ауыстыру уақытын болдырмайды, станоктардың қажетті санын азайтады, өндірістік алаңды үнемдейді. Әсіресе, әр түрлі өңдеуді талап ететін беттердің едәуір саны бар корпустық бөлшектерді дайындау кезінде өңдеу орталықтарын тиімді қолдану.

Перифериялық құрылғылар мен станок арасында дайындамалар мен бөлшектерді ауыстыру бойынша қосалқы операцияларды орын- дау үшін ИӨМ құрамына әдетте өнеркәсіптік робот қосылады. Кейде ИӨМ құрамында роботтар негізгі технологиялық операцияларды (дәнекерлеу, құрастыру және т.б.) орындай алады.

ИАӨ-ды тиімді пайдалану үшін икемді өндірістік модульдер келесі қасиеттер жиынтығына ие болуы керек:

- қажетті уақыт аралығында (бір немесе екі ауысымда немесе одан да көп) толық автоматты режимде жұмыс істеу мүмкіндігі;
- адамның минималды қатысуымен басқа өнімдер түрлерін шығаруға тез түзету мүмкіндігі (шекте – автоматты түрде), яғни ИАӨ міндеттері мен мәніне сәйкес икемділік деңгейіне ие болу;
- ИАӨ жалпы басқару жүйесімен «тұрақты және сенімді ақпараттық байланысты ұйымдастыру мүмкіндігі, ал ақпарат екі жақты болуы керек, яғни. жалпы басқару жүйесінен ИӨМ-ға және керісінше ауыстырылды;
- неғұрлым жоғары деңгейдегі икемді жүйеге органикалық интеграция мүмкіндігі.

Бұл қасиеттерді қамтамасыз ету, ең алдымен, сандық бағдарламалық басқару негізінде салынатын ИӨМ басқаруын жетілдіруден тәуелді.

Әр түрлі жабдықтар үшін, ең алдымен металл кесетін станоктар үшін сандық бағдарламалық басқарылатын жүйелерді (СББ) пайда- лану бойынша жұмыстар 1950-ші жылдары басталды. Қазіргі уақытта ИАӨ құрамына кіретін ИӨМ үшін, төртінші буынды СББ жүйесін микроЭЕМ базасында орындалатын неғұрлым тиімді пайдалану үшін жетілдірумен, функционалдық мүмкіндіктермен, элементтік базамен, конструкциямен және т.б. ерекшеленетін СББ жүйесінің төрт ұрпағы құрылды. Әдетте олар типті CNC (Computer Numerical Control) СББ жүйелері деп аталады

Олардың маңызды артықшылығы-функционалдық мүмкіндіктердің кеңдігі, бұл басқару үшін кез келген технологиялық және қосалқы

жабдықтарды (станоктарды, роботтарды, көлік құрылғыларын және т.б.) қолдануға мүмкіндік береді.

Осылайша, ИАӨ құрамындағы қазіргі заманғы ИӨМ CNC типті СББ тікелей басқарылатын технологиялық және қосалқы жабдықтар кешені болып табылады. ИӨМ құрамына, оның күрделілігіне байланысты, басқару орталығында орналасқан орталық ЭЕМ-мен байланыстың ақпараттық желісімен байланысқан микроЭЕМ СББ жүйелері үшін бір немесе одан көп базалық кіреді. Орталық ЭЕМ-ден байланыс арнасы бойынша микроЭЕМ жадына бір рет (бірінші қосылғаннан кейін) жүйелік бағдарламалық қамтамасыз ету енгізіледі және жеткіліксіз болуына қарай, басқару бағдарламалары, олардың мезгіл-мезгіл ауысуын және ИӨМ -ның жұмыс істеу икемділігін қамтамасыз етеді. Өз кезегінде микроЭВМ тапсырмаларды орындау- дың статистикалық деректеріне, жүйедегі ақаулықтарға және т.б. қатысты ақпаратты орталық ЭЕМ-ге береді. Егер бірнеше ИӨМ жалпы өндірістік бөлімшені (мысалы, желі) құрайтын болса, онда осы ИӨМ микроЭЕМ орталық ЭЕМ-мен байланыстан басқа, өзара байланы- сады, бұл олардың технологиялық өзара әрекеттесуін жетілдіреді. Мұндай бөлімшеде микроЭВМ көп болған кезде Орталық ЭЕМ мен икемді өндірістік модульдердің микроЭЕМ арасында аралық ЭЕМ орнатылуы мүмкін, сол арқылы басқарудың екі деңгейлі жүйесін үш деңгейлі жүйеге айналдырады. Бір ИАӨ шегінде екі және үш деңгейлі жүйелердің үйлесуі мүмкін, яғни басқарудың біріктірілген жүйесін қолдану.

Икемді автоматтандырылған өндірістің жалпы құрылымын қарастырайық.

Көптеген ИАӨ әртүрлі бөлшектерді, соның ішінде неғұрлым күрделі – корпустық бөлшектерді механикалық өңдеу үшін пайдаланылғандықтан, қарастырылып отырған схема ең алдымен механи- калық өңдеуге бағытталған, бірақ ИАӨ ұқсас құрылымдары өзге де технологиялық процестер үшін де іске асырылуы мүмкін, мысалы, құрастыру, дәнекерлеу

Өзара ортақ технологиялық процестермен және басқарумен байланысты бірнеше ИӨМ құрылымдық неғұрлым күрделі икемді өндірістік жүйелерді – икемді өндірістік кешендерді (ИӨК) құрайды.

Икемді автоматтандырылған учаскелер (ИАУ) және олардың құрамына ИӨМ, көлік – қойма жүйесі мен ЭЕМ-ден басқару жүйесі қосылған икемді автоматтандырылған желілер (ИАЖ) икемді өндірістік кешен құрады, оны масштабылығы бойынша икемді

автоматтандырылған цехқа (ИАЦ) жатқызуға болады. Жалпы жағдайда бұл цехтың құрамына кейбір автоматтандырылмаған бөлім- шелер де кіруі мүмкін, мысалы, схемада қарастырылған жағдайда – құралды дайындау учаскесі.

ИӨК үшін 4-10 станоктың технологиялық жабдықтарының оңтайлы сандық құрамы қалыптасқанын байқаған жөн. Олардың саны аз болған кезде (төртке дейін) орталық ЭЕМ-ді пайдалану экономикалық жағынан тиімсіз, саны көп болған кезде (20-дан астам) кешенді басқару жүйесі айтарлықтай күрделенеді, бұл да экономикалық шығындарға байланысты.

ИАУ мен ИАЖ дайындамалардың, бөлшектер мен құрал-сайман-дардың қажетті санын қамтитын автоматтандырылған қоймамен көлік желілерімен байланысқан. ИАӨ мақсаты үшін барынша ыңғайлы, автоматтандырылған кран-штабельмен қызмет көрсетілетін биік торлы стеллаждары бар қоймалар. Мұндай қоймалар, салыстырмалы түрде шағын аумақты алып, жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз етеді, авто-маттандыру үшін ыңғайлы. Қоймадан ИАУ мен ИАЖ -ға, сондай-ақ кері бағытта дайындамалар мен бөлшектер типі трассалардың конфи-гурациясы мен ұзындығына, сондай-ақ тасымалданатын жүктердің түрі мен параметрлеріне байланысты арнайы көлік құралдарының көмегімен түседі. Қазіргі заманғы ИӨЖ көлік құралдарының жарты-сына жуығын үздіксіз көліктің түрлі құрылғылары (конвейерлер, кару-сельдер, көлбеу науалар және т.б.), басқа жартысын – дискретті әрекет ететін құрылғылар (жылжымалы ӨР, рельстік және рельссіз арба-лар, сондай-ақ көліктің басқа да түрлері) құрайды. Ақаусыз металл кесетін және өлшеу құралдарын қоймадан ИӨМ-ға және кері бағытта тозған беру арнайы трассалар мен арнайы көлік құралдары бойынша жүргізіледі. Жекелеген жағдайларда, мысалы, өте ұзын-трассаларда бөлшектер мен құрал-саймандарға арналған көлік біріктірілуі мүмкін.

ИАӨ-тың жұмыс істеуін және көлік ағынының орнын ауысты-руды жалпы басқару орталық ЭЕМ-мен және басқару пультімен ИАӨ -тың басқару орталығынан жүзеге асырылады. Орталық ЭЕМ-ге өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйесінен басқа, өндірісті технологиялық дайындауды жобалаудың автоматтандырылған жүйе-лері, ғылыми зерттеулер және нақты ИАӨ ерекшелігіне негізделген және схемада көрсетілмеген басқа да кейбір жүйелер қосымша қосылған.

Жалпы ИАӨ басқару жүйесін сипаттай отырып, бірінші кезекте оның иерархиялығын атап өткен жөн; әдетте ИАӨ басқарудың үш деңгейі қолданылады-жоғарғы, орташа және төмен.

Басқарудың жоғарғы деңгейі ең алдымен өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйелерінде (ӨБАЖ) жүзеге асырылады.

Бұл жүйелердің құрамына АЖО (автоматтандырылған жұмыс орындары) және жоғарғы деңгейдегі ЭЕМ кіреді. Бұл деңгейде өндірісті жоспарлы-экономикалық басқару жүзеге асырылады, өнді- рістік процестердің жай-күйін есепке алу жүргізіледі, басқару бағдар-ламалары әзірленеді, сақталады және орташа басқару деңгейіне беріледі, ауысымдық-тәуліктік тапсырмалар қалыптастырылады және т.б. жалпы жоғарғы деңгей ұйымдастыру деп аталады.

ИАӨ басқарудың орташа деңгейі орталық ЭЕМ мен оператордың жұмыс орнын қамтитын ИАӨ басқару орталығында тікелей жүзеге асырылады. Бұл деңгейде басқарушы бағдарламалардың шектеулі (мысалы, тәуліктік) қорын сақтау жүзеге асырылады, соңғыларын технологиялық және көліктік-қоймалық жабдықтардың СББ жүйесіне енгізу жүргізіледі, ауысымдық-тәуліктік тапсырмалардың сандық және сапалық орындалуын, өндірістің материалдық және құжаттамалық қамтамасыз етілуін жедел есепке алу жүргізіледі, нақты уақыт ауқымында ИӨК-нің барлық элементтерінің жұмысы үйлестіріледі және ИАӨ басқарудың орташа деңгейі диспетчерлік.

Басқарудың төменгі деңгейі ИӨМ құрамына кіретін және көлік-қойма жүйелерінің құрамына кіретін микроЭЕМ арқылы жүзеге асырылады. Бұл деңгейде бөлшектерді өңдеу процесін және көліктік-қойма операцияларын тікелей басқару жүреді, бұл төменгі деңгейді технологиялық деп атайды. Осылайша, ИАӨ басқару жүйесі басқарудың жоғарғы, (ұйымдастырушылық), орта (диспетчерлік) және төменгі (технологиялық) деңгейлерінің иерархиялық жүйесі болып табылады.