АЭжҚ

Дәуренов ӘД

№5 дәріс. Атқарушы құрылғылар

Дәрістің мақсаты:

- студенттерде атқарушы құрылғылардың мақсаты туралы түсінік қалыптастыру;
- олардың автоматты басқару жүйесіндегі орнын түсіндіру;
- жұмыс істеу принциптерін қарастыру;
- негізгі жіктелу тәсілдерін меңгеру.

Алдыңғы дәрісте келесі ұғымдар қарастырылды:

- сигнал түрлендіргіші;
- аналогтық және цифрлық сигналдар;
- A→A, A→D және D→A түрлендірулері;
- сигналдарды қалыпқа келтіру, күшейту және сүзгілеу;
- АЦТ және ЦАТ;
- гальваникалық оқшаулау.

Біз негізінен автоматтандыру жүйесінің ақпараттық бөлігін — сигналды алу және өңдеу үдерістерін қарастырдық.

Енді келесі сұрақ туындайды:

Автоматтандыру жүйесі басқару объектісіне физикалық түрде қалай әсер етеді?

Ол үшін атқарушы құрылғылар қолданылады.

Атқарушы құрылғы дегеніміз не?

Атқарушы құрылғы (АҚ) — басқару сигналын қабылдап, басқару объектісіне физикалық әсер ететін автоматты басқару жүйесінің құрылғысы.
Қарапайым түрде:
Басқару сигналы → Атқарушы құрылғы → Физикалық әсер
Мысалы:
0–10 V → электр жетегі → айналу
4–20 mA → клапан жетегі → штоктың орын ауыстыруы
Цифрлық ON/OFF → контактор → қозғалтқышты қосу

Атқарушы құрылғыдағы энергияның түрленуі

Атқарушы құрылғы басқару объектісіне қажетті физикалық әсер ету үшін электрлік, пневматикалық немесе гидравликалық энергияны пайдаланады.

Атқарушы құрылғы контроллерден басқару командасын алады, бірақ объектіге нақты физикалық әсер ету үшін оған энергия қажет. Мысалы, PLC келесі сигналды береді:

«Клапанды ашу»

Бұл сигналдың өзі клапанның ауыр штогын физикалық түрде жылжыта алмайды. Ол тек ақпаратты, яғни басқару командасын береді.

Атқарушы жетек өзіне қолжетімді энергияны пайдаланып, осы команданы нақты физикалық әсерге айналдырады.

Басқару командасы → Атқарушы жетек → Энергияны пайдалану → Физикалық әсер

Мысалы:

PLC сигналы → электр жетегі → электр энергиясы → штоктың қозғалысы → клапанның ашылуы

Мысалы:

Электр энергиясы → электр қозғалтқышы → айналмалы қозғалыс
Яғни электр тогы қозғалтқыш арқылы өтеді, ал қозғалтқыш біліктің айналуын қамтамасыз етеді.
Басқа мысал:
Электр энергиясы → электромагнит → сызықтық қозғалыс
Мысалы, соленоид осындай принциппен жұмыс істейді.
Пневматикалық жетек үшін:
Сығылған ауаның энергиясы → механикалық қозғалыс
Сығылған ауа поршеньге немесе мембранаға әсер етіп, штокты қозғалысқа келтіреді.
Гидравликалық жетек үшін:
Қысымдағы сұйықтық энергиясы → механикалық қозғалыс
Қысымдағы сұйықтық поршеньге әсер етіп, механикалық қозғалыс пен үлкен күш тудырады.

Энергия түрлерінің атқарушы құрылғыларда түрлену мысалдары

Электрлік энергия
(0 … 230 В, AC/DC)

Электрлік сигнал / қоректендіру
U, I



Электрқозғалтқыш

Механикалық әсер

Айналмалы қозғалыс
(валдың айналуы)



Электрлік энергия
(12 … 24 В DC немесе 230 В AC)

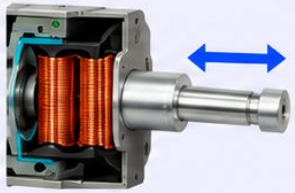
Электрлік сигнал / қоректендіру
U, I



Электромагнит (соленоид)

Механикалық әсер

Сызықтық орын ауыстыру
(штоктың қозғалысы)



Сығылған ауа энергиясы
(0,4 … 0,7 МПа)

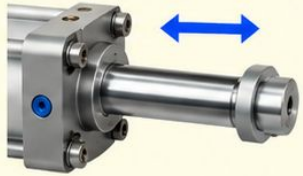
Пневматикалық сигнал
сығылған ауа



Пневматикалық жетегі
(пневмоцилиндр)

Механикалық әсер

Сызықтық орын ауыстыру
(штоктың қозғалысы)



Қысыммен берілетін сұйықтық энергиясы
(5 … 25 МПа)

Гидравликалық сигнал
қысымдағы сұйықтық



Гидравликалық жетегі
(гидроцилиндр)

Механикалық әсер

Сызықтық орын ауыстыру
(штоктың қозғалысы)



Басқарушы сигнал мен энергияның негізгі айырмашылығы

Контроллер (PLC)



Команда: «Клапанды 50 % ашу»

Басқарушы сигнал
(ақпарат)

0 ... 10 В
немесе
4 ... 20 мА

Сигнал құрылғыға **НЕ** істеу керек екенін айтады.

Атқарушы құрылғы
(электржетек)



Энергия көзі
(электрлік энергия)

24 В DC
немесе
230 В AC

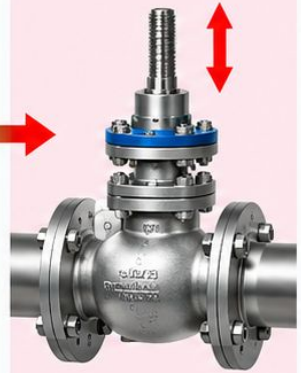


Энергия құрылғының физикалық әрекетті орындау мүмкіндігін **қамтамасыз етеді.**

Энергия түрлендіру
(электрлік энергия → механикалық қозғалыс)



Объектіге физикалық әсер
Штоктың қозғалысы (ашу/жабу)



Басқарушы сигнал = ақпарат

- Құрылғыға **НЕ** істеу керек екенін айтады (мысалы, клапанды 50 % ашу).
- Кіші қуатты сигнал (0 ... 10 В, 4 ... 20 мА).
- **Физикалық қозғалысты тікелей жасамайды.**

Энергия = әрекетті орындау мүмкіндігі

- Құрылғының физикалық қозғалысын қамтамасыз етеді (электрқозғалтқыштың айналуы, штоктың қозғалысы және т.б.).
- Әдетте 24 В DC немесе 230 В AC сияқты қуаттырақ энергия.
- **Басқарушы сигнал тек басқару үшін, ал энергия нақты физикалық әрекет үшін қажет.**

Атқарушы құрылғылардың негізгі функциялары

Атқарушы құрылғылар бірнеше негізгі функцияларды орындайды:
1. Басқару командасын қабылдау
Басқару командасы келесі құрылғылардан келуі мүмкін:

- PLC;
- реттегіш;
- микроконтроллер;
- басқару жүйесі.

2. Энергияны түрлендіру
Атқарушы құрылғы электрлік, пневматикалық немесе гидравликалық энергияны қажетті механикалық немесе физикалық әсерге түрлендіреді.

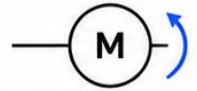
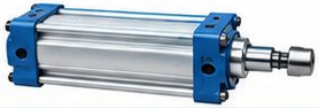
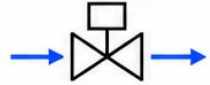
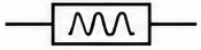
3. Басқару объектісіне әсер ету

Атқарушы құрылғы:

- клапанды ашуы немесе жабуы;
- қозғалтқышты іске қосуы;
- қозғалыс жылдамдығын өзгертуі;
- механизмді жылжытуы;
- қыздырғышты қосуы;
- жапқыштың орнын өзгертуі мүмкін.

5. Атқарушы құрылғылардың мысалдары

Өнеркәсіптік автоматикада келесі атқарушы құрылғыларды жиі кездестуге болады:

Атқарушы құрылғы	Не істейді	Мысал
Электрқозғалтқыш (электр жетек)	Валдың айналу қозғалысын жасайды.	 
Клапанның электр жетекі	Клапанды ашады/жабады (құйықтық немесе газ ағынын басқарады).	 
Пневматикалық жетек	Штоктың сызықтық немесе айналмалы қозғалысын жасайды (сығылған ауа арқылы).	 
Гидравликалық цилиндр	Штоктың сызықтық қозғалысын жасайды және үлкен күш береді (қысыммен берілетін сұйықтық арқылы).	 
Электромагниттік клапан (соленоид)	Құйықтық немесе газ ағынын ашады/жабады.	 
Жылытқыш элемент (ТЭН)	Температураны өзгертеді (жылыту).	 
Сорғы	Сұйықтық ағынын жасайды (тасымалдайды).	 
Желдеткіш	Ауа ағынын жасайды (желдету, салқындату).	 

Өнеркәсіптік атқарушы құрылғылардың мысалдары

Электрқозғалтқыш



Валдың айналу қозғалысын жасайды.

Клапанның электр жетегі



Клапанды ашады/жабады (сұйықтық немесе газ ағынын басқарады).

Пневматикалық жетек



Сығылған ауа арқылы сызықтық немесе айналмалы қозғалыс жасайды.

Гидравликалық цилиндр



Сызықтық қозғалыс жасайды және үлкен куш береді (қысыммен берілетін сұйықтық).

Электромагниттік клапан



Сұйықтық немесе газ ағынын ашады/жабады.

Жылытқыш элемент (ТЭН)



Температураны өзгертеді (жылыту).

Сорғы



Сұйықтық ағынын жасайды (тасымалдайды).

Желдеткіш



Ауа ағынын жасайды (желдету, салқындату).

6. Атқарушы құрылғылардың жіктелуі

Қолданылатын энергия түрі бойынша

- электрлік;
- пневматикалық;
- гидравликалық.

Атқаратын қызметі бойынша

- реттеуші;
- ауыстырып-қосушы;
- жетектік.

Әрекет ету сипаты бойынша

- үздіксіз әрекет ететін;
- дискретті әрекет ететін.

7. Энергия түрі бойынша жіктелуі

Электрлік атқарушы құрылғылар
Электрлік атқарушы құрылғылар (АҚ) электр энергиясын пайдаланады.
Мысалдар:

- электр қозғалтқыштары;
- сервожетектер;
- қадамдық қозғалтқыштар;
- электромагниттер;
- клапандардың электр жетектері.

Мысал:
PLC → жиілік түрлендіргіші → электр қозғалтқышы → сорғы
Электрлік атқарушы құрылғылар басқарудың ыңғайлылығы және электрондық жүйелермен оңай біріктірілуі арқасында кеңінен қолданылады.

Пневматикалық атқарушы құрылғылар

Пневматикалық атқарушы құрылғылар сығылған ауаның энергиясын пайдаланады.
Мысалдар:

- пневматикалық цилиндрлер;
- мембраналық жетектер;
- клапандардың пневматикалық жетектері.

Құрылымдық сұлбасы:
Контроллер → түрлендіргіш → ауа қысымы → пневматикалық жетек → клапан
Артықшылықтары:

- құрылымы қарапайым;
- әрекет ету жылдамдығы жоғары;
- көптеген өндірістік жағдайларда жұмыс істеуге қолайлы.

11. Пневматикалық клапанның мысалы

PLC (контроллер)



Басқарушы сигнал (мысалы, 4–20 мА) қалыптастырады

4–20 мА

Позиционер



Басқарушы сигналды пневматикалық қысымға түрлендіреді (әдетте 0,2–1,0 МПа)

Сығылған ауа

Пневматикалық жетек

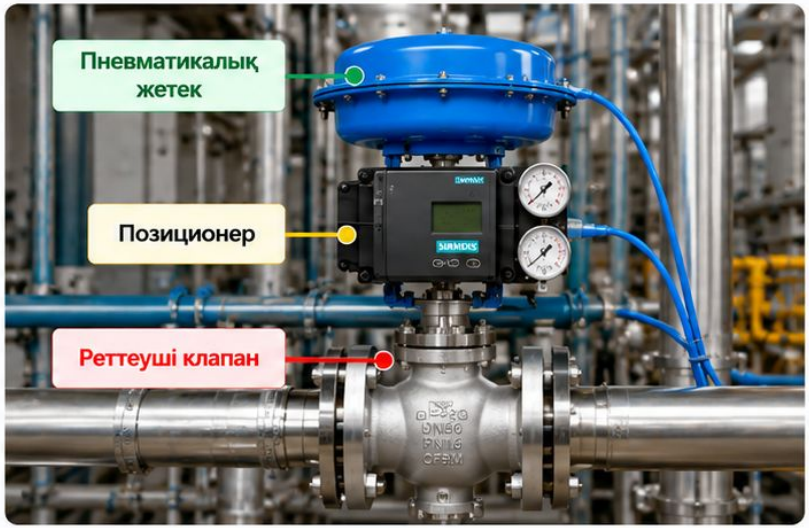


Қысымды штоктың ілгерілемелі қозғалысына түрлендіреді

Реттеуші клапан



Клапанның саңылауын өзгертеді және ортаның шығынын реттейді





Не өзгертеді?

- Су шығыны



- Бу шығыны



- Газ шығыны



- Қысым және т.б. параметрлер



Гидравликалық атқарушы құрылғылар

Гидравликалық атқарушы құрылғылар қысымдағы сұйықтық энергиясын пайдаланады.
Мысалдар:

- гидроцилиндрлер;
- гидромоторлар;
- гидравликалық жетектер.

Негізгі артықшылығы — үлкен күш тудыру мүмкіндігі.
Сондықтан гидравликалық жүйелер үлкен жүктемелерді жылжыту қажет болған жағдайларда қолданылады.

13. Гидравлика қай жерде қолданылады?

Негізгі қолдану салалары:

Ауыр өнеркәсіптік жабдықтар



Гидравликалық престер, штамптау машиналары

Престер



Қалыптау және престеу жүйелері

Жүк көтеру механизмдері



Экскаваторлар, крандар, жүк көтергіштер

Құрылыс техникасы



Автокрандар, жүк тиегіштер, жол құрылыс техникасы

Өндірістік машиналар



Құю машиналары, орауыш жабдықтар

Металл өңдеу жабдықтары



Станоктар, қысқыш және беру механизмдері

Мысал: гидравликалық механизмді басқару жүйесі

Басқару жүйесі (PLC)



Басқарушы сигналды қалыптастырады (мысалы, 0–10 В немесе 4–20 мА)

Басқару сигналы →

Гидравликалық таратқыш клапан



Жұмыс сұйықтығының ағынын және қысымын реттейді

Гидравликалық энергия (қысым және ағын) →

Гидравликалық цилиндр



Сұйықтық энергиясын штоктың сызықтық қозғалысына түрлендіреді

Механикалық қозғалыс →

Механизмнің қозғалысы



Атқарушы құрылғылардың түрлерін салыстыру

Сипаттамасы	Электрлік	Пневматикалық	Гидравликалық
Энергия	Электр энергиясы	Сығылған ауа	Қысымдағы сұйықтық
Басқару	Ыңғайлы	Салыстырмалы түрде қарапайым	Күрделірек
Жылдамдық	Жоғары	Жоғары	Орташа / жоғары
Күш	Аздан үлкенге дейін	Орташа	Өте үлкен
Мысал	Электрқозғалтқыш	Пневмоцилиндр	Гидроцилиндр

15. Атқарушы құрылғылардың қызметіне қарай жіктелуі

Реттегіш (реттеуші)

Реттелетін шаманы біртіндеп өзгертеді.



Мысал:
реттеуші клапан

Клапанның орны:
0 % → 25 % → 50 % → 75 % → 100 %

Ауыстырып-қосқыш

Құйлердің арасында ауысуды орындайды.



ЖАБЫҚ (CLOSED)

АШЫҚ (OPEN)

Мысал:
клапан OPEN / CLOSED

Қозғалтқыштық (жетектік)

Механикалық қозғалыс жасайды.



Электрқозғалтқыш
(айналмалы қозғалыс)



Пневмоцилиндр
(сызықтық қозғалыс)



Гидроцилиндр
(сызықтық қозғалыс) және үлкен күш)

16. Әрекет ету сипатына қарай жіктелуі

Дискретті әрекет

Белгілі бір күйлері болады (ашық/жабық, қосу/өшіру).



Клапан
CLOSED / OPEN



Жылытқыш элемент
OFF / ON



Электрқозғалтқыш
OFF / ON

Үздіксіз әрекет

Басқарушы әсер белгілі бір диапазонда үздіксіз өзгеруі мүмкін.









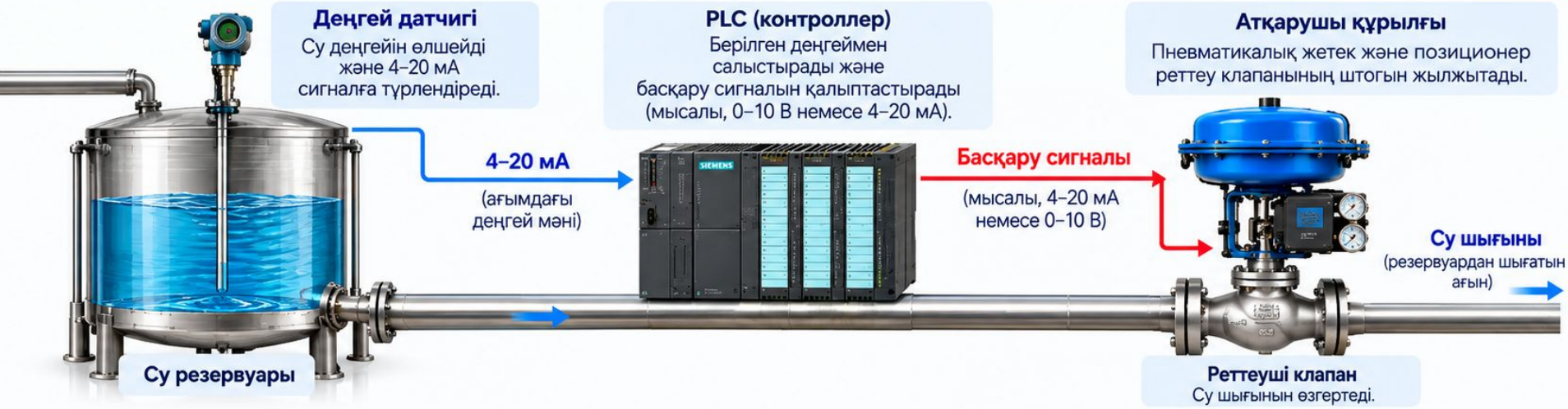
Атқарушы механизм және атқарушы құрылғы

Атқарушы механизм тікелей қозғалыс немесе күш тудырады.
Мысалы:

- электр жетегі;
- пневматикалық жетек;
- гидравликалық жетек.

Атқарушы құрылғы ұғымын кеңірек қарастыруға болады — ол басқару объектісіне қажетті әсерді қамтамасыз ететін құрылғы немесе элементтер жиынтығы.
Мысалы:
Электр жетегі + реттеуші клапан → атқарушы құрылғы
Оқу және техникалық әдебиеттерде «атқарушы механизм» және «атқарушы құрылғы» терминдері кейде мағынасы жағынан жақын қолданылады. Сондықтан олардың мағынасын нақты жүйеде қабылданған құрылымға байланысты қарастырған жөн.

21. Мысал: судың деңгейі бойынша автоматты басқару



Деңгей тым төмен

Деңгей берілген мәннен төмен.



PLC → клапанды ашу

Деңгей берілген мәнге жақын

Деңгей тұрақты ұсталады.



PLC → клапанның орнын қолдау

Деңгей тым жоғары

Деңгей берілген мәннен жоғары.



PLC → клапанды жабу (ашуды азайту)

Атқарушы құрылғы қалай таңдалады?

Атқарушы құрылғыны таңдау кезінде келесі факторларды ескеру қажет:

- қажетті қозғалыс түрі;
- қажетті күш немесе қуат;
- әрекет ету жылдамдығы;
- реттеу диапазоны;
- басқару сигналының түрі;
- қоршаған орта жағдайлары;
- позициялау дәлдігі;
- сенімділік;
- қауіпсіздік.

Мысалы, жетекті тек:

«Бұл қозғалтқыш кернеуі бойынша сәйкес келеді»

деген қағидамен таңдауға болмайды.

Атқарушы құрылғыны таңдау кезінде бүкіл технологиялық процестің талаптарын ескеру қажет.

Бақылау сұрақтары

1. Атқарушы құрылғы дегеніміз не?
2. Атқарушы құрылғы автоматты басқару жүйесінде (АБЖ) қандай функция атқарады?
3. Атқарушы құрылғының датчиктен айырмашылығы қандай?
4. Қолданылатын энергия түрі бойынша атқарушы құрылғылардың қандай түрлері бар?
5. Электрлік атқарушы құрылғыларға қандай құрылғылар жатады?
6. Клапанның электр жетегі қалай жұмыс істейді?

1. Пневматикалық жетектің энергия көзі не болып табылады?
2. Гидравликалық жетектер қай салаларда қолданылады?
3. Гидравликалық жетектің негізгі артықшылығы неде?
4. Дискретті әрекет дегеніміз не?
5. Үздіксіз әрекет дегеніміз не?
6. Реттеуші клапанның ON/OFF клапаннан айырмашылығы қандай?
7. Атқарушы құрылғы тұйықталған автоматты басқару жүйесінде қандай рөл атқарады?
8. Атқарушы құрылғыны таңдау кезінде қандай параметрлер ескеріледі?
9. Неліктен контроллерді атқарушы құрылғы деп есептеуге болмайды?