

№ 12 дәріс

Сұйықтықтарды тасымалдау

Технологиялық операцияларда сұйықтықтар мен газдар құбыр арқылы тасымалданады. Бұл жағдайда орын ауыстырудың қозғаушы күші ретінде құбырдың бастапқы және соңғы нүктелеріндегі қысымдар айырымы алынады. Сұйықтықтар насос арқылы тасымалданады. Газдар компрессор көмегімен сығылады және тасымалданады. Атмосфералық қысымнан төмен қысымда газдарды сорып алатын және атмосфералық қысымға дейін сығатын компрессорлар вакуум-насосстар деп аталады.

Насосстар

Химиялық өнеркәсіпте көбінесе поршеньді және ортадан тепкіш насосстар қолданылады. Поршеньді насосстарда сұйықтық ілгерілі-кейінді қозғалатын поршень көмегімен камерадан ығыстырылып шығарылуы нәтижесінде, жұмыс камерасы көлемінің мерзімді өзгеруі арқылы тасымалданады. Сұйықтық энергиясы қысымның артуы нәтижесінде өзгереді. Ортадан тепкіш насос көмегімен тасымалданатын сұйықтыққа кинетикалық энергия беріледі, ол энергия кейіннен потенциалды энергияға айналады.

Кез-келген насосстың жұмысы мынадай параметрлермен сипатталады:

1) өнімділігі, 2) тегеуріні, 3) қуаттылығы.

Насосстың өнімділігі бірлік уақытта тегеурінді құбырға насоспен берілетін сұйықтық көлемімен анықталады. Өлшем бірлігі $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{мин}$, $\text{м}^3/\text{сағ}$.

Насостың тегеуріні дегеніміз насос арқылы өтетін сұйықтықтың механикалық энергиясының меншікті артуы. Өлшем бірлігі тасымалданатын сұйықтық бағанасының метрімен сипатталады және Бернулли теңдеуінен анықталады.

Насостың қуаттылығы оның өнімділігі мен тегеурініне тәуелді болады:

(1.1)

немесе

(1.2)

мұндағы Q – насостың өнімділігі, $\text{м}^3/\text{с}$; H – тасымалданатын сұйықтықтың тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – еркін түсу үдеуі, $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$; $H_{\text{т}}$ – насостың толық тегеуріні, м ; η – насостың пайдалы әсер коэффициенті, $(0,83 - 0,95)$; ρ – сұйықтықтың меншікті салмағы, $\text{кгс}/\text{см}^3$.

Насостың пайдалы әсер коэффициенті (п.ә.к.) насос құрылымы жетістіктері мен оны пайдалану үнемділігін сипаттайды. П.ә.к. шамасы насос қуаттылығының салыстырмалы шығынын көрсетеді және келесі өрнекпен сипатталады:

(1.3)

мұндағы көлемдік п.ә.к; гидравликалық п.ә.к; механикалық п.ә.к.

Көлемдік пайдалы әсер коэффициенті насостың іс жүзіндегі өнімділігінің теориялық өнімділігіне қатынасымен сипатталады:

Гидравликалық пайдалы әсер коэффициенті насостың іс жүзіндегі тегеурінінің теориялық тегеурініне қатынасымен сипатталады:

Механикалық пайдалы әсер коэффициенті насостағы механикалық үйкелістерге кететін қуаттылық шығынымен сипатталады.

Поршеньді насостар

Поршеньді насостардың негізгі бөліктеріне 1) цилиндр, 2) поршень, 3) сорып әкететін қақпақ, 4) айдамалау қақпағы жатады. Поршеньнің екі шеткі нүктелерінің арақашықтығы поршень жүрісі деп аталады.

Поршеньді насостың өнімділігі. Насос арқылы тасымалданатын сұйықтықтың теориялық көлемі поршень сипаттамаларына тең болады:

(1.1)

Поршеньнің кері жүрісінде осы көлем сұйықтық қысымды құбырға айдалады. Бұдан поршеньнің екі жүрісінде немесе валдың бір айналымында насостың теориялық өнімділігі тең болады:

Бір минут ішіндегі валдың айналымында насос өнімділігі келесі формулалармен сипатталады:

(1.2)

Насостың іс жүзіндегі өнімділігі теориялық өнімділігіне қарағанда төмен болады. Насостың тегеуріні сұйықтықтың көтерілу биіктігі мен сұйықтықты сору мен айдамалау процестеріндегі барлық кедергілердің қосындысымен анықталады:

(1.3)

Бернулли теңдеуіне сәйкес насос тегеурінін өрнектейтін теңдеу жазылады:

(1.4)

Сору биіктігі. Сұйықтықты сору биіктігі тегеуріндердің айырымы нәтижесінде анықталады. Тегеуріндердің айырымы сұйықтықты көтеруге, жылдамдық тегеурінін тудыруға және сорып алатын құбырдағы гидравликалық кедергілерді жоюға жұмсалады. $P_0 = P_a$ жағдайында келесі теңдікті жазуға болады:

(1.5)

Насосқа кірер тұстағы қысым берілген температурадағы тасымалданатын сұйықтық буының серпімділігімен анықталады. Соған сәйкес (1.5)-ші теңдігін былай жазуға болады:

(1.6)

Ортадан тепкіш насостар

Ортадан тепкіш насостар насос корпусында айналып тұратын бір немесе бірнеше жұмыс дөңгелектерінен тұрады. Дөңгелектер бір-бірінен қалқан арқылы бөлінген екі дискіден құралады. Дөңгелектің айналуы кезінде қалқан аралығындағы сұйықтық дөңгелекпен қоса айналады. Осы кезде сұйықтықтың әрбір бөлшектері күрделі траектория бойынша орын ауыстырады: 1) ортадан тепкіш күш сұйықтықты кері шегіндіріп, дөңгелектің осінен шетіне қарай қалқан бойымен тарамдалып қозғалуына ықпал жасайды; 2) сұйықтық тарамдалып қозғалумен бірге дөңгелектің жылдамдығындай жылдамдықпен айналмалы қозғалады. Ортадан тепкіш насостың дөңгелектері арқылы өткен сұйықтық қосымша энергияға ие болады.

Айдамалау құбырына жеткенде сұйықтықтың кинетикалық энергиясының біраз бөлігі потенциалды энергияға айналып, соның нәтижесінде қысым артады.

Дөңгелектің айналуы кезінде оның ортанғы бөлігінің сұйықтықтан босатылуынан қысымның төмендеуі болады. Қысымның айырымы нәтижесінде сұйықтық қабылдағыштан үздіксіз насосқа келіп тұрады.

Насос дөңгелегі айналымының саны өзгерген сайын оның өнімділігі қысымы қолданылатын қуаттылығы мына қатынаста өзгереді:

$$(1.1)$$

Ортадан тепкіш насостың сорып алу биіктігі мына формуламен есептеледі:

$$(1.2)$$

Айналым саны (айн/мин) мен насостың өнімділігіне ($\text{м}^3/\text{с}$) тәуелді кавитациялық түзеткіш анықталады:

$$(1.3)$$

Кавитация — дөңгелектегі қысым тасымалданатын сұйықтық температурасындағы қаныққан бу қысымынан төмен жағдайдағы сұйықтық тамшыларының бу күйге ауысуымен жүретін құбылыс.