

5 Қысым астында жұмыс жасайтындарға жүйенің қауіпсіздігін қамтамасыздандыру

5.1 Қысым астында жұмыс жасайтындардың қауіпсіздік жүйесінің негізгі жағдайлары

Қысым астында жұмыс жасайтын ыдыстар герметикалық жабық сыйымдылықтар деп аталады, оларға химиялық және жылулық үрдістерді енгізу үшін, сонымен қатар қысымдалған, төмендетілген ерітілген газдарды және қысым астындағы сұйықтықтарды сақтау және тасымалдау үшін арналған. Құрастыруларға, ыдыстарға және жүйелерге бу және сужылытқыш қазандарды жатқызады; будың құбырларын, ыстық суды және қысымдалған ауаны; ыдыстарды, цистерналарды, бөшкелерді; баллондарды; сығымдағыш құрастыруларды; газбен жабдықтау құрастыруларды.

Қысым астындағы түтікше және қондырғылардың жұмысының сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыздандыру үшін, апат және жарылыстар туралы алдын-ала ескерту бойынша техникалық іс-шараларды орындау қажет. Қондырғылардың құрырылысы олардың жұмысының сенімділігін және қауіпсіздігін, тексеру мен тазалауды, шаюды, жөндеуді, сонымен қатар керек сынауларды жүргізуді қамтамасыздандыруы керек.

Қысым астында жұмыс жасайтын барлық қондырғыларды маркалайды. Маркасында зауыт-жасаушының атын, қондырғының зауыттың нөмірін, жасалған күнін және техникалық куәландырудың күнін, қондырғының жалпы массасын, сыйымдылығын, жұмыстық және сынамалық қысымын көрсетеді, зауыттың таңбасы қойылады. Жоғары қысымды көлемдер тіркеуден, әрдайымғы техникалық куәландырудан және сынаудан өтеді.

Құбыр желісін, баллондарды, цистерналарды олардың құрамына байланысты бояйды, және сақталатын немесе тасымалданатын заттың атымен жазады.

Қысым астында жұмыс істейтін түтікшелер, жабдықталу керек:

- ілмекті және ілмек- тіркеуші арматурамен;
- сақтандырғыш қондырғылармен;
- қысым және температураны өлшеу үшін бақылау құрылғыларымен.

Түтікшедегі қысымның қатты жоғарылауынан қорғауға сақтандырғыш қондырғылар қызмет етеді, олардың орындалуы кезінде түтікшеден немесе қондырғыдан артық қысым лақтырылады.

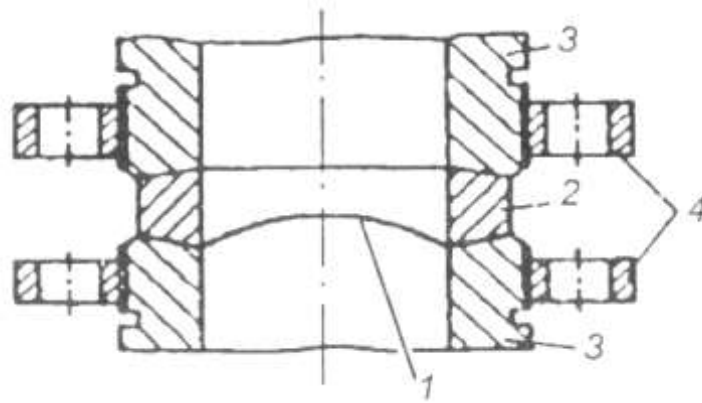
Сақтандырғыш қондырғыларды міндетті түрде қысым астындағы барлық түтікше мен қондырғыларға орнатады, кішкентай объектіден басқа, мысалы газ баллондары. Сақтандырғыш қондырғыларға құрылғылардың қауіпсіз жұмысы байланысты болғандықтан, жиі екі қондырғы қаралады – біреуі жұмыстық, ал екіншісі бақылау.

Сақтандырғыш қондырғылардың әртүрлі құрылыстық атқарулары бар, бірақ ең жақсы дамығандар келесілер:

- қиратушы мембраналармен (сақтандырғыш мембраналармен) сақтандыру қондырғылар;

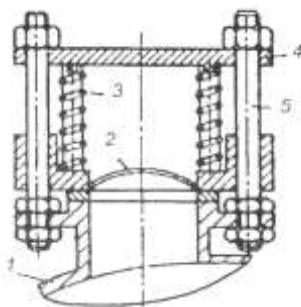
- жарылғыш қақпақшалар;
- сақтандырғыш қақпақшалар (серіппелі, жүкті және т.б.).

Сақтандырғыш мембраналар құрылыс бойынша қарапайым және сондықтан сақтандырғыш қондырғылардан ең сенімді болып есептелінеді. Мембраналар жарылатын, сынатын, кесілетін, тарсылдайтын және т.б. болады. Жұқа жапырақты металлдық прокаттан жасалынған ең қарапайымы жарылатын мембраналар (5.1-сурет). Жұмыс қысымымен жүктеу кезінде мембрана пластикалық пішіні өзгереді және сфералық сегмент формасына енеді. Қысым артық берілген кезде мембрана жыртылады, және оның жарылғыш бұзылуын алдын-ала отырып, түтікшедегі қысым лақтырылады. Бірақ мембрананың кемшілігі де бар, оның жыртылуынан кейін құрылғы ашық қалады және мембрананы ауыстыру үшін технологиялық үрдісті тоқтату керек.

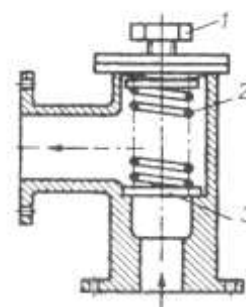


5.1-сурет – жыртылғыш мембрана: 1 —мембрана; 2 — конустық шайба; 3 — лақтыру магистралі; 4 — қосу фланецтары

Жарылғыш қақпақшалар (5.2-сурет) бұндай кемшілігі жоқ, яғни қысымды лақтыру кезінде ілмекті клапан 2 серіппе 3 әсерінен қайтадан жабылады. Бірақ жарылғыш клапандарда жоғары емес саңылаусыздығы және жоғары емес жұмыстық қысым кезінде қолданылады, ереже бойынша, нормаға жақын.



5.2-сурет – Жарылғыш клапан: 1 – қорғағыш түтікше; 2 – ілмекті диск; 3 – серіппе; 4 – сақина; 5 - штанг



5.3-сурет – Серіппелі клапан: 1 – реттеуші бұранда; 2 – серіппе; 3 - клапан

Серіппелі клапаны (5.3-сурет) жоғары саңылауыздығына ие және жоғары қысым кезінде қолданыла алады. Бірақ олар аса сенімді емес, агрессивялық ортаға

әсерленеді, жұмыс ортасының бөлінулерімен бітеліп қалуы мүмкін, үлкен инерциялығы бар. Сондықтан оларды әрдайым күтіп, бақылау қажет.

Сақтандырғыш клапандармен қысымдалған ауаның аккумуляторын жабдықтайды, ол артық ауаны атмосфераға шығарады.

Ауа магистральда қысымды және майдың, дымқылдықтың қосымша бөлімін түзеу үшін қысымдалған ауаның аккумуляторын сақтандырғыш клапан арқылы үрлейді және әрбір сағат сайын одан жиналған май мен дымқылды жібереді. 6 айда бір реттен кем емес сақтандырғыш клапандарды булайды, 5 % қыздырылған үшнатрийфосфатының ерітіндісімен шаяды, компрессордан түсетін қысымдалған ауаның қысымын жұмсарту мақсатында ішіндегі түнбадан және таттанудан тазалайды, компрессорға жақын жерде манометрмен ауажинағыш және сақтандырғыш клапанды орнатады.

Ауажинағыштың көлемі компрессорға байланысты және келесі формула арқылы анықталады:

$$V = 0.53 \frac{W}{n\delta 60}, \quad (5.1)$$

мұндағы V – ауажинағыштың көлемі, м³; W – компрессордың өнімділігі, м³/мин; n – компрессор білігінің (валының) айналу жиілігі, с–1; δ – ауажинағыштағы қысымның әркелкілігінің коэффициенті (мысалы, екісатылы компрессор үшін $\delta = 0.0015$). Цилиндрлі компрессордың көйлегінің температуралы сарқырамасы 4 – 6° С шамасында, ал цилиндрлі компрессордың көйлегінен шығуындағы салқындатқыш ауаның температурасы 20 – 40° С болу керек.

Қысылатын ауаның температурасы жақпа май буларының өздігінен жану және жарылу шамаға дейін жетуі мүмкін. Әдетте майдың жалындау температурасы қысымдалған ауа температурасынан 50 – 75° С дейін жоғары болу керек. Себебі жақпа майының жалындау температурасының төмендеуі қысымның жоғарылауымен байланысты, сонда қысымдалған ауаның температурасы 160° С аспауы керек – бірсатылыда және 140° С – көпсатылы компрессорларда.

Қысым астындағы түтікшенің және аппараттың құрылысы, және қызмет көрсетудің жүйесі жарылу қауіпі болмайтындай етіп жасалған. Бірақ эксплуатация ережесін бұзу кезінде жарылыс болуы мүмкін. Сонымен газдың адиабатикалық кеңейтілуінде жарылыстың жұмысы формула арқылы анықталады:

$$A = \frac{p_1 V_1}{r - 1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{r-1}{r}} \right], \quad (5.2)$$

мұндағы A – жарылыс жұмысы, Дж; p_1 – түтікшедегі газдың бастапқы қысымы, МПа; p_2 – соңғы (максималды) қысым (жарылысқа дейін), МПа; V_1 – түтікшедегі газдың бастапқы көлемі, м³; r – адиабат көрсеткіші.

Жарылыстың күштілігі формула арқылы анықталады

$$N = \frac{A}{\tau}$$

5.2 Баллондардың қондырғылар мен эксплуатациясының қауіпсіздігіне ерекше талаптар

(5.3)

мұндағы τ – жарылыстың ұзақтығы, с.

Бақылау-өлшегіш құрылғылар. Әрбір түтікше және әртүрлі қысымы бар тәуелсіз қуыс манометрлермен жабдықталуы тиіс (қысым өлшейтін құрылғылармен).

Қысым астында жұмыс жасайтын түтікше мен сыйымдылықтардың тіркеуі, техникалық куәландыру және санау. Түтікшелер (арнайы қызметі бар түтікшелерден басқа, мысалы мұздатқыш қондырғылардың түтікшелері; ауалы электрлік сөндіргіштердің резервуарлары; сыйымдылығы 100 л дейінгі қысымдалған, төмендетілген және еріген газдар үшін баллондар; төмендетілген газдар және кейбір басқалар үшін бөшкелер) Мемтаутехқарау органдарымен тіркеледі.

Қондырғыларды техникалық куәландыру, қысым астында жұмыс жасайтын, монтаждау және эксплуатацияға түскеннен кейін жүзеге асырылады, және де кезеңдік. Керек жағдайларда олар кезексіз куәландыруға жіберіледі.

Куәландырудың көлемі, әдісі және кезеңділігі түтікше және сыйымдылықты дайындаушылармен анықталады және монтаждау және эксплуатациялау нұсқамаларында көрсетіледі. Техникалық куәландыру ішкілік тексерісте немесе қондырғыны пневматикалық сынауда жасалады.

Ішкілік тексеру төрт жылда бір рет жүзеге асады, және гидравликалық сынау алдын-ала ішкілік тексерумен – сегіз жылда бір рет.

Қондырғылар мен сыйымдылықтарды сынау, гидравликалық немесе пневматикалық сынауларда болатын, белгілі бір ережелермен жүргізіледі және су немесе ауаны жұмыстықтан жоғары анықталған қысымда айдаудан тұрады. Егер ағу, сызат, балқыма қосылыстарының терлеуі, бақылау манометрі бойынша қысымның құлауы болмаса, түтікше сынамадан өтті деп есептеледі.

Қысымдалған (оттегі, сутегі, ауа және т.б.), сұйытылған (хлор, аммиак, бутан, пропан, көміртектің диоксиді және т.б.) және ерітілген (ацетилен) газдарды сақтау және тасымалдау үшін баллондар қысым астында жұмыс жасайтын түтікшенің бір түрі болып келеді. Бірақ оларға қосымша талаптар талап етілмейді, төменде қарастырылатын.

Баллондар жіксіз бүтін тарту құбырлардан маңызды түрде жасайды. Баллонды беріктікке есептеу олардың қабырғаларындағы кернеу гидравликалық сынау кезінде берілген болат маркасы үшін 90% шектен аспайтын шарттары кезінде жасалады. Сонымен қоса қор беріктігінің коэффициенті уақытша кедергіленудің минималды мағынасы бойынша 20°C температура кезінде 2,6-дан аспауы қажет.

Әрбір баллонда газды толтыру және таңдау үшін вентиль болады. Баллон үшін вентильдің бүйірлі жалғастығында сол жақ нақышы болуы керек, ал оттегі және басқа жанбайтын газдармен толтырылатын баллондар үшін, - оң жақ нақыш.

Сыртқы беткі деңгейлер газға тән белгілі бір түспен боялуы қажет, ол үшін баллон берілген: азот, ауа – қара, аммиак – сары; оттегі – көкшіл; ацетилен – ақ; гелий – қоңыр және т.б.

Эксплуатациядағы баллондар, бес жылда бір рет кезеңдік куәландырылады. Баллондарды куәландыру, ацетилен баллонынан басқа, қосады:

- баллондардың ішкі және сыртқы беткі қабатын тексеру;
- сыйымдылық пен салмақты тексеру;
- гидравликалық сынау.

Тексеріс кезінде сызатталған, майысқан, қабыршақталған және қабырғаның номиналды сызатынан 10% тереңдіктегі қатер немесе салмақты 16% көп жоғалту болса немесе сыйымдылық 3% көп үлкейсе баллондар жарамсызданады. Салмақты жоғалтуда аз көрсеткіште немесе сыйымдылығы көбейген баллондар эксплуатацияның «жұмсақ» мерзімдеріне ауысады. Жұмыстық қысымның максималды рұқсатты өлшемі ГТТН/2/ Ережелерімен қойылады.

Күюлы баллондардың гидравликалық сынамалары жұмыстық қысымның 1,5 тең сыналатын қысыммен жүзеге асады. Гидравликалық сынаудан кейін баллондарды (ацетилендіден басқа) қысым астындағы пневматикалық сынамаға жібереді, әрі баллондарды тереңдігі 1 м кем емес суы бар ваннаға батырады. Ацетилен үшін баллондарды, борпылдақ массамен толтырылған, 3,5 МПа қысымы астында азотпен сынады.

100 л сыйымдылыққа дейін баллонның үстіңгі сфералық бөлігіне қосымша белгімен келесі мәндер енгізіледі (100 л сыйымдылықты баллондардың төлқұжаты болады, бұл жағдайда баллонға белгі қойылмайды): зауыт-дайындаушының тауарлы белгісі; дайындалған (айы және жылы) күні және келесі куәландырудың жылы; бос баллонның нақты массасы (В), кг; баллонның сыйымдылығы (Е), л; жұмыстық қысымы (Р), МПа; сыналатын қысым (П), МПа; зауыт-дайындаушының ОТК белгісі.

Баллондарды эксплуатациялау кезінде ондағы бар газ толығымен іске қосу тыйым салынады. Баллондағы қалған газдың қысымы 0,05 МПа кем болмауы керек.

Баллоннан сыйымдылығы (жүйе) жұмыстық қысымынан төмен газды шығару редуктор арқылы жүргізіледі, берілген газға арналған және келіскен түске боялған. Редуктордың төменгі қысымының камерасында манометр және сыйымдылықтағы рұқсат етілген сәйкес қысымымен реттелген, газ жіберілетін, серіппелі сақтандырғыш клапаны болады.

Сұйытылған газдары бар баллондар 90% көп емес сыйымдылықта толтырылуы қажет.

Газы бар баллондар сол үшін арнайы жобаланған ашық немесе жабық қоймаларда сақталуы тиіс. Сонымен қоса оттегісі бар және жанғыш газдары бар

баллондарды бірге сақтауға тыйым салынады. Ғимараттарда қондырылатын газы бар баллондар, жылыту радиаторынан 1 м кем емес арақашықтықта және ашық от пен жылудың қайнар көзінен 5 м кем емес арақашықтықта орналасуы керек.

Қоймалардан баллондарды осы үшін арнайы бейімделген арба, земблдермен тасымалдайды. Баллондарды тасымалдау кезінде винтильдерді бір жаққа қарай орналастырады. Сонымен қатар, баллондарға сақтандырғыш қалпақтарды кигізеді, ал улы газдары бар бүйірлі винтильді жалғастықтарға өшіру орнатылады.

5.3 Технологиялық құбыр желісінің құрылғыға және эксплуатацияға қауіпсіздік талаптары

Құбыр желілері жоғары қауіп-қатердің қайнар көзі болып келеді, эксплуатацияның ауыр шарттарынан (температураның, қысымның жоғарыланған мағыналары, көп жағдайда ортаның жоғары коррозиялық белсенділігі, құбыр желілері арқылы тасымалданатын) құбырдың материалының бұзылуы және фланцты қосылыстардың ашылуы болады, ал созылыңқылықтың үлкендігі және бақылаудың желісінің салаластығы үшін оның жағдайы қиындатылған.

Осыған байланысты техникалық құбыр желілерін жобаландыру, қондырғы, монтаждау және эксплуатациялауға сәйкес нормативті құжаттармен /3,8,9/ реттеледі.

Нормаларға сәйкес барлық технологиялық құбыр желілер химиялық құрамына байланысты ортаға берілетін үш топқа бөлінеді (А,Б,В). Әрбір топтың ішінде жұмыстық қысым мен температураға байланысты құбыр желілері бес категорияға бөлінеді (I-V) 5,1-кесте.

Құбыр желісінің және ауысатын ортаның тобының категориясына сәйкес құбырлар таңдалынады, шартты қысымның талапты мағынасына ие және шартты өтудің диаметрі (ГОСТ 356-80). Құбыр материалдары механикалық беріктігі, жоғары және төменгі температураға әсері және коррозиялық беріктікке әсері бойынша таңдалынады. 3-кестеде кейбір материалдардың құбыр жасауға кететін, 20⁰С температура кезінде әртүрлі агрессивті орталарда коррозияға беріктігі көрсетілген; С әрпімен тұрақты материалдар белгіленген, У – белгілі бір шарттарда қолданылатын, материалдар (шартты тұрақты), Н – берілген ортада тасымалдау үшін қолданылмайды.

Химиялық кәсіпорындарда жіксіз құбырларды қолданады. Тік жікті немесе спираль жікті балқымалы құбырларды тек су, бу және басқа бейтарапты және жарылуға қауіпті емес орталарда -15-тен 200⁰С дейін температура кезінде және қысым 1 МПа дейін тасымалдау үшін қолданылады.

Құбыр желілердің төсемдерін негізінде жерүсті әдіспен – эстакадтарда, бағаналарда, діңгек бойынша және ғимарат қабырғалары бойынша жүргізеді, құбыр желілерінің жағдайларын әрдайым бақылауға мүмкіндік береді, олардың

монтаждалуы және жөнделуі оңайлатылады. Құбыр желілерінің жерүсті төсем кезінде сипаттама және эксплуатация шарттарына байланысты келесі сүйеніштерді қолданады: қозғалмайтын, берілген нүктеде (өлі) құбыр желілерінің бекітілуін қамтамасыздандырылатын; қозғалатын (тайғанайтын), құбыр желісіне жылулық өзгерулерде жылжуына мүмкін беретін.

Тіреулер арасындағы арақашықтық және қозғалмайтын (өлі) тіреулердің орны жобалы құжатта есептелінеді және көрсетіледі. Құбыр желілері үшін есептеулер кезінде оқшаулаумен құбыр массасын, өнімдік ағынның массасын және арнайы эксплуатацияның шарттарын есепке алады. Жерүсті құбыр желілерінің төсемдерінің минималды биіктігі территорияның жүрмейтін бөлігінде 2,2 м кем құрамауы керек, ал қиылысу жолында – 4,5 м кем.

Технологиялық құбыр желісінің классификациясы

Жалпы топ	Тасымалданатын заттар	Құбыр желісінің категориясы *									
		I		II		III		IV		V	
		Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С
А	Улы әрекеті бар заттар										
	а) Өте қауіпті заттар 1 және 2 кл. (ГОСТ 12.1.007)	Тәуелсіз	Тәуелсіз	-	-	-	-	-	-	-	-
	б) орынды қауіпті заттар 3 кл. (ГОСТ 12.1.007)	> 2,5	>+ 300 < -40	0,08-ден 2,5 дейін вакуум	-40-тан +300 дейін	-	-	-	-	-	-
Б	Жарылу- және өрт қауіпті заттар										
	а) Жанар газ, соның ішінде сұйытылған газ	> 2,5	> 300 және < -40	0,08-ден 2,5 дейін вакуум	-40-тан +300 дейін	-	-	-	-	-	-
		0,08 төмен вакуум	Тәуелсіз	-	-	-	-	-	-	-	-
б) Тезжалындайтын сұйықтықтар (ТЖС)	> 2,5	> +300 және < -40	1,6-дан 2,5 дейін	120 - 300	1,6 дейін	-40-тан +120 дейін	-	-	-	-	

Жалпы топ	Тасымалданатын заттар	Құбыр желісінің категориясы *									
		I		II		III		IV		V	
		Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С	Р _{жұм} , МПа	Т _{жұм} , °С
Б	б) Тезжалындайтын сұйықтықтар (ТЖС)	0,08 төмен вакуум	Тәуелсіз	> 0,08 вакуум	-40-тан +300 дейін	-	-	-	-	-	-
	в) Жанар сұйықтықтар	> 6,3	> +350 және < -40	2,5-тен 6,3 дейін	250 - 350	1,6-дан 2,5 дейін	120 - 250	< 1,6	-40-тан +120 дейін	-	-
В	Қиынжанатын және жанбайтын сұйықтықтар (ГОСТ 12.1.044)	0,003 төмен вакуум	-	6,3 жоғары немесе < 0,08 вакуум	350 - 450	2,5-тен 6,3 дейін	250 - 350	1,6-дан 2,5 дейін	120 - 250	< 1,6	-40-тан +120 дейін

* - Құбыр желісінің категориясын жауапкершілігі көбірек категорияға жатуын талаптайтын параметрі бойынша қондырғыны орнату керек .

- Вакуумды құбыр желісі үшін шартты қысым емес, ал абсолютті жұмыстық қысымды есепке алу керек.

Құрылысты материалдардың коррозиялы тұрақтығы

Агрессивті орта	Концентрация, %	Алюминий	Мыс	Шойын	Көміртеккі болат	Хромдалған болат	Фаолит	Виннипласт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азот қышқылы	40 дейін	н	н	н	н	с	н	с
"-	40-70	н	н	н	н	с	н	у
"-	70-80	у	н	н	н	с	н	у
"-	80-95	с	н	н	н	с	н	н
"-	95 жоғары	с	н	н	н	у	н	н
Күкірт қышқылы	50 дейін	н	н	н	н	н	с	с
"-	50-70	н	н	н	н	н	у	с
"-	70-90	н	н	у	у	у	н	у
"-	90-100	н	н	у	у	у	н	н
Тұз қышқылы	10 дейін	н	у	н	н	у	с	с
"-	10-20	н	у	н	н	н	с	с
"-	20 жоғары	н	н	у	н	н	с	с
Кәсіпорын атмосфера-сы	-	с	у	у	у	с	с	с
Техникалық су	-	с	у	у	у	с	с	с
Этил спирті	96	н	у	с	с	с	н	у
Бутил спирті	-	с	с	у	у	с	-	с
Бензол	-	с	с	с	с	с	с	н
Толуол	Ерітінді	с	с	с	с	с	-	н
Фенол	-	с	у	н	у	с	н	у
Хлорлы натрий	Ерітінді	н	н	н	н	с	с	с
Хлорлы мырыш	Ерітінді	у	н	н	н	с	с	с
Көміртеккі натрий	"-	н	с	с	с	с	с	с
Ащы натр	30 дейін	н	у	с	с	с	н	с
"-	30-100	н	у	у	у	с	н	у
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аммиак	Газ	с	н	у	у	с	с	с
Аммиак суы	Ерітінді	с	н	у	у	с	с	с
Күкіртсутегі	Газ	с	н	с	у	у	с	с
Хлорлы калий	Ерітінді	с	н	н	н	у	с	с

Технологиялық құбыр желілерінің төсемдерін тұрмыстық, қоймалы, вентиляциянды камера, КИП жайлары және т.б. арқылы болмайды.

Жарылу- және өрт қауіпті өндірістердегі цех ішіндегі құбыр желілер статикалық электр зарядтарының және найзағайдың екіншілік көрсетулерінің алдын-алу мақсатында жерге тұйықталу керек. Бір-бірінен 100 мм дейін арақашықтықта қарама-қарсы, А және Б категориясында салынған, Электрстатикалық потенциалды түзету және құбыр желілерінің ұшқындауының алдын-алу мақсатында, металлдық қосқыш арқылы әрбір 20-25 м сайын қосылуы тиіс.

Барлық құбыр желілер тасымалданатын орта мен жыл маусымына байланысты температуралы тұрақсызға бейімделген. Құбыр желісінің жылулық ұзаруының есептеу аумағы (өлі тіреулер арасында) формула арқылы анықталады:

$$\Delta l = \alpha \Delta t L, \quad (5.1)$$

мұндағы α - құбыр материалының сызықтық үлкеюінің коэффициенті;

L – құбыр желісінің аумағының ұзындығы;

Δt - тасымалданатын сұйықтық пен қоршаған ортаның арасындағы температураның түсуі.

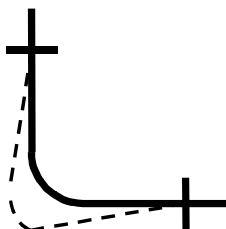
Егер құбыр желісі тіркеуге жақсы тіркелген болса, және қозғала аламаса, онда келесі теңдеумен анықталатын кернеу пайда болады:

$$\sigma = E \frac{\Delta l}{L}, \quad (5.2)$$

мұндағы E – құбыр материалының серпімдік модулі.

Бұл кернеулер, бір жағынан тіркеуге, бір жағынан – құбыр желісіне әсер ететін, бойлық иілуге ұшырайтын, апат себебі болуы мүмкін. Егер σ мағынасы тік немесе созылуға рұқсат кернеуді асыратын жағдайда, құбыр желілерін арнайы өтемақы қондырғылармен жабдықтау керек.

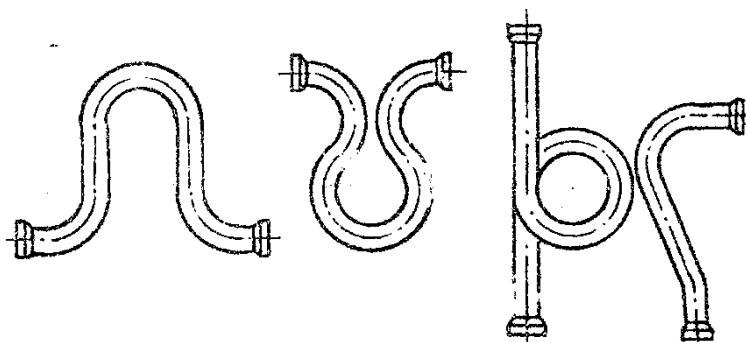
Жылулық созылудың өтемақысы не құбыр желісінің өзінің өтемақысымен, не әртүрлі типті өтемақылар қондырғыларымен жүргізіледі.



5.4-сурет. Өзіндік өтемақының сызбасы

Өзіндік өтемақы. Бұрыш бойында майысқан және соңында бекітілген құбыр желісі (өлі тіркеулерде), қыздыру кезінде созылып, иіледі (5.4-сурет). Сонымен қоса құбыр материалдарында кернеуі осы ұзындықтағы қыздыру кезінде кернеуден төмен болады. Бұл қасиет құбыр желілердің қондырғыларында қолданылады. Құбыр желілерінің иықтарының ұзындығы иілу нүктесінен өлі тірекке дейін есеппен анықталады. Өзіндік өтемақысының ерекшелігі дайындауда арнайы шығындардың болмауында және қызмет көрсетудің қарапайымдылығында. Өзіндік өтемақы нәзік материалдардан тұратын құбырлар үшін келмейді.

Өтемдеуіштер. Ең жақсы дамыған өтемдеуіштер олар: құбырдан майысқан (5.5-сурет).



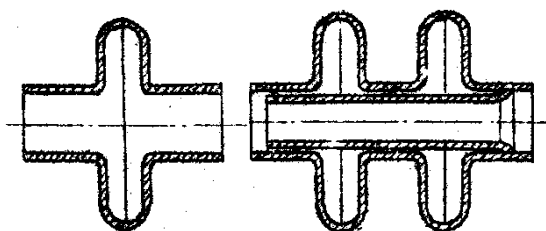
5.5-сурет. Майысқан өтемдеуіштердің кейбір түрлері

Майысқан өтемдеуіштердің габаритін есептеумен табады. Олардың өтемдеуіштік қасиеті 400 мм дейін жетеді. Майысқан өтемдеуіштер нәзік материалдардан дайындалған, диаметрі 250 мм дейінгі құбырлардан жасалады (болат, винипласт).

Майысқан өтемдеуіштердің ерекшеліктері: монтаж орнында оңай дайындалуы, өлі тіректерді кернейтін осьтік жігерінің аз көлемі.

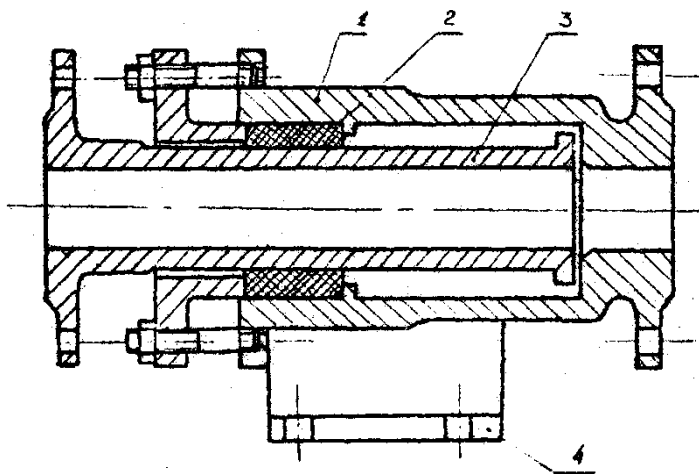
Үлкен диаметрлі құбырларда линзалы өтемдеуіштерді қолданады (5.6-сурет). Әдетте толқын саны сегізден аспайды. Бір толқынның өтемдеуіштік қасиеті 2-4 мм. Бірақ-та 1,6 МПа жоғары қысымында өтемдеуіштер қолданылмайды, себебі толқын қабырғасының жуандығының үлкейетіндігі сонша, қондырғының өтемдеуіштік қасиеті тез төмендейді.

Майысқан немесе линзалы өтемдеуіштердің құбыр желілерінде қондырғысы өзіндік өтемақының арқасында ұзаратын өтем ақының мүмкін емес жағдайында қарастыру керек.



5.6-сурет. Линзалы өтемдеуіштер

Нәзік материалдардан (шойын, керамика, шыны, фаолит) дайындалған құбырлар үшін тығыздама өтемдеуіштерін қолданады (5.7-сурет).



5.7-сурет. Тығыздама өтемдеуіштер

1 – корпус; 2 – тығыздама; 3 – стақан; 4 – бекіту табаны

Қондырғы екі құбырдан тұрады, біреуі кіші диаметрден (стақан немесе сіңу деп аталатын) күш әсерінен келесіге өтеді (үлкен диаметрлі). Тығыздама өтеуіштер құбыр желілерінде 1,6 МПа дейінгі қысыммен қолданылады. Олар құбыр желісінің шындаусыз салуын талап етеді: стақанның «қажалуынан» қорғау үшін; құбыр төсемдерін тіреулердің шөгуінің алдын-алу үшін; күнделікті тексерісті, тығыздаманы уақытылы тартуды және тігуді. Осындай өтемдеуіштің басқа кемшіліктері: үлкен жігерлі қозғалмайтын тіреулер. Олардың ерекшеліктері ретінде ұзарту кезінде (қысымдау) құбырлардың майысуының болмауы және ықшамдылығы. Өтемдеуіштік қасиеті 200-300 мм құрайды.

Құбыр желілерінің жылулық оқшаулауы. Құбыр желісін қоршаған ортаның температуралық әсерінен сақтандыру үшін жылулық оқшаулауды қолданады, олардың қызметі:

1) гидравликалық ұруды шақыратын конденсациядан құбыр желісінен өтетін будан сақтандырады;

2) құбыр желісі арқылы өтетін өнімдердің жылуын азайтуын қысқарту немесе оның температурасын сақтау, реакция жүргізу үшін керек, сонымен қатар суыту кезінде құбыр желісінде өнімнің қатуын алдын-алу;

3) ыстық құбыр желілерін қызып кетуінен, ал қызмет көрсетушілерді – күйіктен сақтандыру. Бұл жағдайда сыртқы жылуоқшаулайтын егер жер деңгейінен немесе қызмет көрсету үшін алаңнан 2 м кем арақашықтықта орналасса температурасы 45⁰ С аспауы керек.

Ең дамыған жылуоқшаулайтын материал ретінде келеді: асбестті бау, жылытқыш киіз, минералды-мақталы маттар, шынымақталы маттар, перлитцементті бұйымдар.

Аз жылуқұбырлы бейметалл материалдардан тұратын құбыр желілер әдетте оқшауланбайды.

Құбыр желілерін техникалық куәландыру. Құбыр желілерді сырттай тексеруге және гидравликалық сынау үшін куәландырады. Сырттай тексерісті қондырғы және арматура, құбыр желісінің иілуінің, «өлі» тіреулерде құбырларды бекіту сенімділігінің жағдайының дұрыстығын тексеру мақсатында жүргізеді.

Құбыр желісін гидравликалық сынауға сырттай тексерісті жүргізгеннен кейін жібереді. Сонымен құбыр желісін сумен толтырады және арнайы насоспен құралған сынамалық қысымды жасайды (5.3-кесте). Құбыр желісін беріктікке және тығыздыққа гидравликалық сынауын бір уақытта жасайды. Беріктікті тексеру үшін құбыр желісін 10 мин бойы сыналатын қысым астында ұстайды, одан кейін оны жұмыстық қысымға дейін төмендетеді, балқымалы тігісті тексереді (тығыздыққа сынама). Қысымды тексергеннен кейін тағы да сынамалыққа дейін көтереді және тағы 5 мин ұстайды, одан кейін жұмыстыққа дейін төмендетеді де құбыр желісін екінші рет тексереді.

5.3-кесте

Құбыр желісін белгілеу	Сынамалық қысым	
	беріктікке	тығыздыққа
1. Барлық құбыр желілері, п.п 2,3,4 көрсетілгеннен басқа	$R_{пр} = 1,25R_{жұм}$	$R_{жұм}$
2. Жанар, улы және сұйытылған газды тасымалдайтын құбыр желілер $R_{жұм} < 0,0095 \text{ МПа}$	0,2	0,1
$R_{жұм} < 0,005 \text{ Мпа}$ кезінде	өндірілмейді	0,02
3. Шырақты сызықтар	0,2	0,1
4. Өзіндік ағатын құбыр желілер	0,2	0,1

Жұмыстық қысым кезінде тығыздығын тексеруде құбыр желісін тексерістен өткізеді және балқымалы тігістерді 1-1,5 кг салмақты балғамен қағады (ұруларды құбырда тегіс жанында жүргізеді).

Беріктік және тығыздыққа гидравликалық сынаманың нәтижесі қанағаттанарлық болады, егер сынау кезінде манометр бойынша қысым түспесе, ағу болмаса және құбыр желісінің элементтерінде булану болмаса.

Бөлек жағдайларда гидравликалық сынаманы пневматикалыққа ауыстырады.

Құбыр желілерінің беріктік және тығыздыққа сынауынан кейін герметикалыққа қосымша сынау жобамен құрылады. Сонымен қатар герметикалыққа қосымша сынаманың қысымы тығыздыққа сынау кезіндегі сияқты алынады (4-кестені қараңыз).

Сынақ біткен соң құбыр желісін сумен шаяды, қысылған ауамен үрлеуге жібереді және айқын (білінетін) бояу жасайды. Құбыр желілерінің бояуын

барлық беткі қабаттың үстінен жаппай жүргізеді немесе бөлек жасайды. Төменде құбыр желілерінің ондағы тасымалданатын заттың тобына байланысты білінетін түстер және нөмірлік белгілеулер көрсетілген:

1. Су	Жасыл	6. Қышқылдар	Қызғылт сары
2. Бу	Қызыл	7. Сілті	Күлгін
3. Ауа	Көк	8. Жанар сұйықтықтар	Қоңыр
4. Жанар газдар	Сары	9. Жанар емес сұйықтықтар	Қоңыр
5. Жанар емес газдар	Сары	10. Басқа сұйықтықтар	Сұр

Тасымалданатын заттардың қауіпті жағдайын белгілеу үшін құбыр желілеріне қосымша сақтандыратын әртүрлі түсті сақиналар жасалады:

Қызыл - ТЖС, ЖС

сары - улы

жасыл – қауіпсіз, бейтарап

Сақтандыратын сақинаның саны (бірден үшке дейін) мерзімдік параметрге байланысты (қысым, температура). Мысалы, қызып кеткен су буы – жасыл түсті сақина; 250-350 °С температура кезінде бір сақина; 350-450 °С кезінде - екі; 450 °С көп - үш.

Егер цех жайында бірнеше құбыр желілер бірдей топтағы затпен өтетін болса, онда оның анықталуын оңайлату үшін әртүрлі түсті бояумен боялады. Цех ішіндегі құбыр желілерге ағынның қозғалу бағытын көрсететін нұсқалары бар суреттерімен түсіндірілетін жазуымен тақташалар ілінеді.

5.4 Химиялық қондырғының арматурасы

Апатқа апарған немесе апаратын қауіпті жағдайлардың жалпы санынан 30% дейінгісі құбыр желілерімен және арматурамен байланысты. Сондықтан арматураның құрылысты түрін сол не басқа нақты шарттарға дұрыс таңдау және оны белгілі деңгейде эксплуатациялау химиялық өндірістердің апатсыз жағдайын анықтайды.

Мағынасы бойынша арматура бөлінеді: ілмекті, кері, дроссельді, конденсатты қайтарғыш, демалғыш, сақтандырғыш, реттелетін.

Типті арматураны шартты қысымға 1,6; 4; 6,4; 10 және 16 МПа шығарады. Арматураны дайындау кезде материалды таңдауда құбыр желісінің және жабдықтың ортасының температурасы мен қасиеті есепке алынады. Энергетикалық қондырғы мен құбыр желілерінде жанар, улы, өрт және жарылысты қауіпті орта, сұйытылған газ және т.б ұқсас жағдайлар үшін тек болатты арматураны қолданады. Шойыннан арматураны тек құбыр желісі Аб және Ба топтары үшін 1,6 МПа дейін қысымда және -30-тан 1500° С дейін температурада қолдану рұқсат етіледі. Таптауға көнгіш шойынды арматура Аа,Б топтары үшін 0,6 МПа төмен қысымды және жұмыстық диапазонда -10-тан 100° С дейін температурада қолданылады.

Арматура таңдау үшін кез келген жағдайда келесі мағыналар белгілі болуы керек:

1) арматураның белгілеуі, эксплуатация шарты жұмыстың талап етілген шарттарына сай болуы;

2) жұмыстық ортаның қасиеті, жұмыстық қысым, жұмыстық температура, коррозиялы қасиеттер, ортаның тұтқырлығы;

3) арматураның гидравликалық сипаттарына талаптары, өткізгіштік қасиет, шығындық сипаттама, герметикалық класс және т.б.;

4) монтажды және габаритті талаптар: өтудің шартты диаметрі, құбыр желісіне қосылу әдісі, габаритті және салмақты шектеулер және т.б.;

5) сенімділікке, ұзақтығына, жарылысқа сақтандырылғанына және т.б. мүмкін қосымша талаптары.

Арматураның құрылыс бойынша сол не басқа түрінен айыру үшін және қолданылатын материалына әріп және саннан тұратын, шартты белгілеулер енгізілген, мысалы, 15с22нж. Бастапқы екі сан арматураның түрін көрсетеді (5.4 – кесте), одан кейінгі сандар – корпус материалы (5.5 – кесте), әріптен кейінгі сандар – арматураның құрылысты ерекшелігі (5.6 – кесте), санның екінші тобынан кейінгі әріптер – нығыздаудың материалы (5.7 – кесте) немесе корпустың ішкі жабуының түрі (5.8 – кесте).

5.4 – кесте

Арматура түрлері	Белгіленуі
Кран	11
Бұранда	13, 14, 15
Кері көтермелеу клапаны	16
Сақтандырғыш клапан	17
Кері айналмалы клапан	19
Ілмекті ісінген клапан	22
Реттеуші клапан	25
Ысырма	30,31
Конденсатты қайтарғыш	45

5.5 – кесте

Корпус материалы	Белгіленуі
Көміртекті болат	с
Тот баспайтын болат	нж
Сұр шойын	ч
Таптауға көнгіш шойын	кч
Қола, жез	б
Алюминий	а
Монель-металл	мн
Пластмасса	п
Винипласт	вп
Керамика, фарфор	к
Шыны	ст

Арматураның 80% шамасында ілмекті бөлігіне келетіні белгілі. Осыған байланысты 5.9 – кестеде оларды таңдау бойынша ұсынулар көрсетілген.

Шартты белгілеулер: 1- ысырма; 2- бұранда; 3- кептелу краны; 4- жапқыш (айналмалы бекітпе); 5- мембраналы (диафрагмалы) арматура.

5.6 – кесте

Келтіру	Белгілеу
Пневматикалық	6
Гидравликалық	7
Электромагнитті	8
Электроқозғаушы	9
Сермермен қолды	22

5.7 – кесте

Нығыздаушы беткі қабаттың материалы	Белгілеу
Қола, жез	бр
Монель-металл	мн
Тот баспайтын болат	нж
Баббит	бт
Тері	к
Пластмасса	п
Винипласт	вп

5.8 – кесте

Ішкі өтеуші	Белгілеу
Гуммирлеу	гм
Эмальдау	эм
Қорғасындау	св
Пластмассамен футерлеу	п

5.9 – кесте

Эксплуатацияға талаптар немесе шарттар	Ұсынылады	Мүмкін
Герметикалық	1; 3; 4; 6	-
Реттеу	2;5	6
Түрпіктік (абразивті) тозу	4; 6	3
Жылдам әрекет (1/4 об.)	3; 4; 5	-
Жоғары қысым	1; 2	3; 4
Шамалы шу	1; 3; 4	5; 6
Атмосфераға аз ағулар	3; 4; 6	1; 5
Төмен баға	5	!; 4
Басқару кезіндегі кішкене күш	3; 4	5; 6
Коррозиялы орта	6	3; 4; 5
Ортаның жоғары температурасы	1	2; 3; 5; 6
Төмен температуралар	1	-

Ілмекті арматураны таңдау кезінде - ысырмаларды, бұрандаларды, крандарды – жалпы жағдайлармен негіз ету керек:

- шартты өтуі 50 мм және одан ұзын құбыр желісі үшін қолдануға ұсынылатын минималды гидравликалық кедергісі, бекітпенің сенімді нығыздалуы, шамалы құрылыстық ұзындығы және ортаның қозғалысының

аутқулы бағыты бар ілмек арматураның негізгі түрі **ысырма**. Ысырмаларды жұмыстық қысымы 20 МПа және 450⁰С дейін температура кезінде газ тәрізді және сұйық орталардың қозғалуы үшін құбыр желілерінде қолданады. Ысырманың кемшілігіне кристаллданатын қосындысы бар орта үшін қолдану мүмкіншілігі жоқ жатады;

- **Бұрандаларды** су, бу, ауа, сұйық және газ тәрізді аммиакты, мұнай өнімдерін, температурасы – 200-ден 450⁰С дейін және қысымы 25 МПа кезінде коррозиялы ортаны ауыстыру үшін арналған D_y 50 мм құбыр желісі үшін қолданады, ілмек қондырғысының гидравликалық кедергісінің мағыналық мәні болмайды, ал тасымалданатын орта қатты ластанған болмайды. Бұранданың артықшылығына басқа ілмек арматурасымен салыстырғанда жатқызу керек: қысымның жоғары ауытқуы кезінде жұмыс жасау мүмкіншілігін, құрылыстың қарапайымдылығын, эксплуатация шарттарында қызмет көрсету және жөндеуді, салыстырмалы кішкене габаритті өлшемдері мен массасын, бекітпенің аз жүрісін, өтудің герметикалық жабуын, гидравликалық соқының пайда болуын жоюын;
- **крандарды** егер ысырма немесе бұрандаларды белгілі-бір түсінік бойынша қолдану мүмкін емес болса немесе тиімді емес болса (мысалы, полимеризацияланатын сұйықтықтарда, мазут сызықтарында, майларда, спирт үшін өлшеуіштерде және т.б.) қолдану керек. Сонымен қоса крандар жұмыстық қысымы 1 МПа дейін және ортаның температурасы 120⁰С кезінде құбыр желілеріде эксплуатациялайды.

5.5 Қысымның жоғарлауынан аппараттарды қорғау

Қысымның апаттық көтерілуі мүмкін болатын технологиялық жабдық, эксплуатация кезінде үлкен қауіп туғызады, жұмыстық ортаның қысымының әсері бойынша. Сондықтан барлық жағдайларды, аппаратта қысым шектен көтерілсе, беріктілігі анықталатын, аппарат әртүрлі сақтандырғыш қондырғылардан (СК) сенімді қорғалуы тиіс.

Қысымның апаттық көтерілуі мына себептерден тұрады: қызмет көрсетуші қызметкерлерден, реттеуші құралдардың істен шығуы, автоматты басқару қызметінің бұзылуы, құралдардың ішкі құралдарының бұзылуы және т.б.

Газ немесе бу қысымының астында жұмыс істейтін жұмыскелердің құралдары үшін қысым көлемі Мемтаутехбақылау талаптары бойынша келесі шектік белгіге жететіндей кезде ғана рұқсат етіледі

P_p, МПа	< 0,3	0,3-0,6	>0,6
P₁, МПа	P_p + 0,05	1,15 P_p	1,1 P_p

Бұнда **P_p** – технологиялық үрдістің нормалды өту кезіндегі аппараттағы ең артық қысым.

Сонымен қатар, ПГУ әрекеті кезінде аппараттағы қысымның жоғарылуын рұқсат ету кезінде 10% көп емес P_p бұл аппаратты қысым бойынша

тұрақтылыққа есептеу керек, ПУ толық ашық кезінде 90% тең, бірақ жұмыстық қысымнан кем емес.

ПУ жұмысының ерекшеліктеріне сәйкес екі негізгі топқа бөледі:

- көп рет қолданылатын қондырғылар – сақтандыратын клапандар (СК) өзі әрекет ететін тұйықтаушы элементпен;
- бір рет қолданылатын қондырғы – сақтандыратын мембраналар – арнайы әлсіздендірілген элементтер қысым бойынша дәл есептелген.