

XVII. Технологични тръбопроводи и тръбопроводна арматура

1. Технологични тръбопроводи – предназначение и класификация

Технологичните тръбопроводи са едни от основните елементи в технологичното оборудване. Те представляват конструкции, състоящи се от различни елементи като: тръби, тръбопроводни детайли и арматура(арматурни елементи) от сглобяем и несглобяем тип. Тръбопроводните елементи са твърде различни по тип и конструкция и затова е необходимо тяхното унифициране и стандартизация.

Технологичните тръбопроводи се класифицират по различни характеристики. В зависимост от тяхното разположение в пространството те се групират в две основни групи – **надземни** и **подземни**. По-разпространени са надземните тръбопроводи, поради тяхното по-лесно обслужване и технически надзор.

Тръбопроводите могат да се разглеждат и като **вътрешноцевови** и **междучевови**, като първите свързват отделни апарати, машини и оборудване разположени на територията на един цех. Междучевовите тръбопроводи свързват оборудване намиращо се в различни цехове.

Те се класифицират и по работни параметри – работно налягане, работна температура, свойства и характеристики на среди и флуиди. Технологичните тръбопроводи се групират и по две основни характеристикти – условен проход и условно налягане.

Условен проход е номиналният диаметър на отвора в тръба или арматура, служещ за преминаване на средата. Ако два различни тръбопроводни елемента имат еднакви стойности на прохода, то те имат и еднакви площи на проходното сечение и еднакви присъединителни размери. В технологичните тръбопроводи най-често се използват тръби и арматури с условен проход(в мм): 20, 25, 32, 40, 50, 80, 100, 150, 200, 250 и др. които са стандартизирани. Под условно налягане се разбира максималното остатъчно налягане на средата с температура 20°C, при което се осигурява дълга и безопасна експлоатация на елементите на тръбопроводите. При работна температура на средата 200°C, условното налягане съвпада с работното налягане. При по-високи работни температури стойността на условното налягане трябва да бъде по-голяма от работното. Най-често се използват следните условни налягания(в МРа): 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 20; 25 и други.

В зависимост от свойствата на транспортираната среда тръбопроводите се делят на пет групи, а в зависимост от нейните параметри(налягане и температура) в пет категории. В групите са включени тръбопроводи за токсични течности и газообразни продукти; за горящи и активни газове; за леко възпламеняващи се и горящи течности; за прегрята водна пара; за наситена водна пара; за гореща вода и паров кондензат; за негорящи газове, течности и пари. За тръбопроводите от всяка група и категория има точно установени норми и правила за проектиране, монтаж, експлоатация и ремонт.

Система от последователно свързани тръби, предназначена да пренася флуид, се нарича тръбопровод. Система от свързани помежду си тръбопроводи се нарича тръбна мрежа.

Всеки тръбопровод се състои от **основни елементи - тръби и съединенията им, профилни части, арматура и опори**, както и от **допълнителни елементи - измервателни уреди, органи за управление от разстояние, изолация и др.**

Обикновено тръбите се изработват от метал - стомана, чугун, цветни метали, а за по-специални цели - от пластмаси, бетон, стоманобетон, керамика, стъкло, порцелан, дърво и др.

За да се монтира тръбопровод с определена дължина, отделните тръби трябва да се съединят една към друга. **Съединяването им става чрез муфи без резба, муфи с резба, чрез фланци или чрез заварка.**

За осъществяване на различни отклонения от тръбопроводите към тях се включват допълнителни елементи, наречени профилни части(**колена, тройници, щуцери, кръстачки, преходи, умалители и др.**).

На тръбопроводите се монтира арматура, която има следното предназначение: пропуска, спира и изменя количеството, налягането и посоката на преминаващото през нея работно вещество, предпазва тръбопроводите и съоръженията от недопустимо високо налягане; не допуска движение на работно вещество в обратна посока.

Към арматурата се отнасят: вентили, шибъри, предпазни клапани, редуционни вентили, възвратни клапани и др.

Присъединяването на арматурата към тръбопроводите става чрез фланци, заварка или резба. За закрепване на тръбопроводите се използват опори и подвески..

Удълженията или скъсяванията, които се получават при промяна на температурата, се поемат от компенсатори.

За отстраняване на водата, която се получава от втечняване на парата в паропроводите, се поставят **кондензни гърнета**, а за предпазване на съоръженията от замърсяване с механични примеси - **утайници**.

Към измервателните уреди се отнасят: термометри, манометри, вакуумметри и расходомери, водомери, нафтомери, газометри и др.

Когато тръбопроводът е разположен високо или на място, където обслужването на арматурата е трудно, се монтират дистанционни задвижвания - ръчни или електродвигатели.

За намаляване на загубите от топлина тръбопроводите се изолират. Според предназначението на тръбопроводите са обособени следните видове:

- главни тръбопроводи за прегрята пара;
- промишлени паропроводи и паропроводи за отборна пара от турбини;
- тръбопроводи за гореща вода с високо и ниско налягане;
- топлофикационни тръбопроводи;
- междуцехови тръбопроводи.

Според температурата и налягането тръбопроводите за пара и гореща вода се разделят на три главни вида - за ниско, средно и високо налягане.

Според вида на пренасяното работно вещество се различават газопроводи, маслопроводи, мазутопроводи, въздухопроводи, сгуропроводи, кислородопроводи и др.

2. Тръби – конструкции съединителни детайли, компенсатори и опори

В технологичните тръбопроводи се използват широко стоманени, заварени и безшевни тръби. Заварените тръби могат да се изработват с надлъжен или спирален шев, но те са по-малко надеждни при експлоатацията от безшевните. Безшевните тръби се използват най-вече при транспортиране на отровни, взривоопасни и корозионно – активни вещества. Заварените тръби се използват във всички останали случаи. Стоманените тръби се изработват от стомани с различни марки, като най-използувани са стомана 10 и 20. Тръбите със специално предназначение се изработват от легирани, високо легирани, киселинно устойчиви и жароустойчиви стомани. Тръби се изработват също от чугун, мед, месинг(медно-цинкови сплави), олово, керамика, стъкло, порцелан, пластмаси. По настоящем тръбите от цветни метали и олово навсякъде се заместват с пластмасови. Най- често се използват тръби от венилхлорид, полипропилен и полиетилен, като устойчивостта им към агресивни среди трябва да се съобрази с температурата на транспортираната среда. Така например при вениловите тръби, температурата трябва да не бъде по-висока от 40°C, а при полипропиленовите – не по-висока от 100°C. В химическата промишленост се използват и титанови тръби, както и стоманени тръби със защитно вътрешно покритие от полиетилен, венилхлорид, емайл, стъкло и гума. Все повече се разпространяват в химическата практика и тръбите с гумирани вътрешни повърхности.

Съединителни детайли

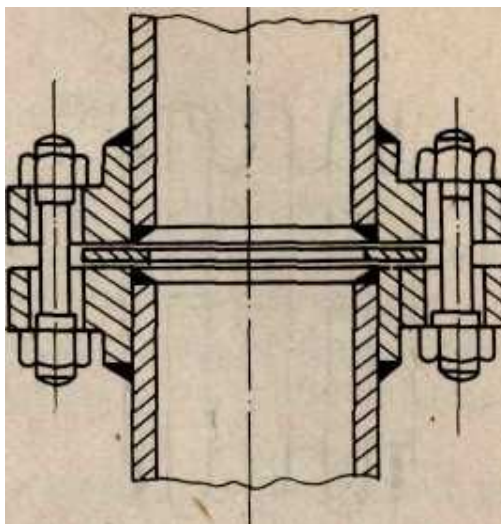
Най-често използваните съединителни детайли в тръбопроводите са колена и преходници. Колената са елементи служещи за изменение на направлението на тръбопроводите и притежават различни конструкции. Преходниците служат за изменение площта на проходното сечение на тръбопроводите. Обикновено елементите на стоманените тръбопроводи(тръби, колена, преходници) се съединяват чрез заварки. Ако заваряването е нецелесъобразно се използват различни фланцови съединения. Резбовите фланци се използват най-вече при тръбопроводи с високо налягане.

Връзката между отделните тръби в тръбопровода може да се осъществи по няколко начина:

- **съединение чрез муфа без резба** - краят на едната тръба е разширен във форма на муфа, а другата тръба се вкарва в разширението. Свободното пространство в мястото на съединението се запълва с конопена или ленена набивка или се залива с олово или циментен разтвор. Свързването с муфи е лесно за изпълнение, но не се прилага често поради слабата механична якост и несигурното уплътнение на връзката;

- **съединение чрез муфа с резба** - двете тръби имат резби на външната повърхнина, а муфата има резба на вътрешната повърхнина. За уплътняване на резбата се навиват кълчища, напоени с минимум или масло. Този начин на свързване се прилага при стоманени тръбопроводи за ниско налягане, всички водопроводи, въздухопроводи, маслопроводи, ацетиленопроводи и др.;

- **съединение чрез фланци**(фиг.280).



Фиг.280. Съединение чрез фланци

В края на всяка тръба се монтират фланци, които се навиват на резба, валцуват се или се заваряват. Във фланците са пробити отвори за скрепителните болтове. Уплътнението между фланците се осъществява чрез поставяне на уплътнителна гарнитура. При затягане на болтовете челата на фланците притискат гарнитурата и така се получава необходимата херметичност. С фланци се свързват тръби, пренасящи флуиди под високо налягане;

- **съединение чрез заварка** - двете тръби се пасват една към друга, като предварително скосените им и почистени краища се прихващат и заваряват. Този начин на съединяване намира широко приложение при тръбопроводи от стомана, винилпласт и цветни метали.

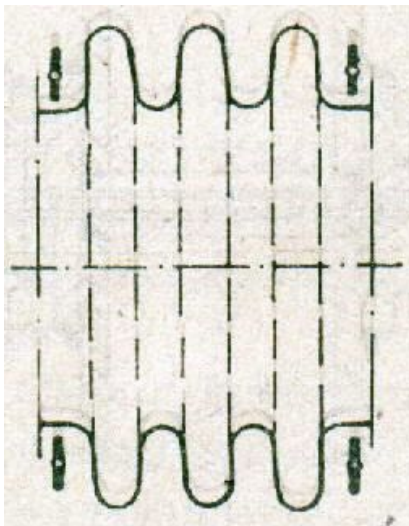
Компенсатори

При нагряване тръбопроводите се удължават, а при охлаждане се скъсват. Удължението на материала е пропорционално на температурата, до която е загрят. За стоманените тръбопроводи може да се приеме с достатъчна точност за практическо приложение, че всеки метър тръба при нагряване до 100° С се удължава с 1,2мм. Така, като се знае температурата и дължината на тръбопровода, лесно може да се определи с колко ще се удължи той. Тръбопроводът с всички отклонения трябва да бъде еластичен и гъвкав и да може свободно да се разширява и свива, за да не се породят недопустими напрежения в опорите и елементите му.

Когато той е достатъчно еластичен, за да поеме удълженията, говори се за самокомпенсация. Това се постига, като тръбопроводът се прави с подходящи извивки, които осигуряват еластичността му. За компенсиране на линейните температурни удължения на тръбопроводите се използват компенсатори. В зависимост от диаметъра на тръбопровода и налягането и температурата, при които работи, се използват различни видове компенсатори - **вълнообразни (линзови), салникови и огънати**.

Вълнообразните(линзови) компенсатори(фиг.281) представляват ламаринени дискове, свързани помежду си с гънки. Изработват се с една до четири вълни, като всяка вълна

компенсира $5 \div 7$ мм. Не са подходящи за компенсиране на големи удължения ($500 \div 600$ мм). Намират приложение при тръбопроводи с диаметър от 100 до 200 мм, за налягане от 6 до 7 МРа и при тръбопроводи с диаметри до 1200 мм за налягане до $2,5 \cdot 10^5$ Ра.



Фиг. 281. Вълнообразен(линзов) компенсатор

Салниковите компенсатори се използват предимно при тръбопроводи за студена вода независимо от диаметъра и налягането и за гореща вода при диаметър до 600 мм и налягане до $16 \cdot 10^5$ Ра. Състоят се от стоманена или чугунена тръба с гладко обработена външна повърхнина, която влиза в профилна част, образуваща салниковата кутия. Свободното пространство между тръбата и кутията се запълва с азбесто-графитна, конопено-лоена или гумена набивка, притегната от салников фланец, наричан още салникова букса. Салниковите компенсатори имат малки размери и поемат значителни топлинни удължения в тръбопровода, поради което са подходящи за монтиране в тесни места. Триещите се части на компенсатора се мажат с цилиндрово масло, а нетриещите се боядисват с антикорозиен лак.

Огънатите компенсатори от тръби се прилагат най-често, тъй като осигуряват голяма компенсираща способност и сигурност в експлоатацията. Намират приложение във всички промишлени тръбопроводи и паропроводи за ниско, средно и високо налягане. Недостатъците им са, че имат големи размери и заемат много място, поради което не могат да се монтират в тесни места. Те създават значително по-големи съпротивления за движението на работния флуид, а това е причина за понижаване на работното налягане. Огънатите компенсатори са **П-образни**, **лирообразни** и **лирообразни с прави рамена**. Най-широко приложение намират П-образните компенсатори, тъй като имат сравнително най-голяма компенсираща способност. За предпочитане е изработването на компенсаторите да става от цяла тръба. При недостатъчна дължина на тръбата компенсаторът се изработва от две или три части, заварени помежду си.

Опори

При изграждането на тръбопроводи се използват опори, разстоянието между които се определя от диаметъра и материала на тръбите. За стоманени тръби с диаметър до 250 мм разстоянието е между 3 и 6 м. Опорите могат да бъдат подвижни и неподвижни, а тръбопроводите от крехки материали изискват обезателно специални свързващи елементи.

3. Тръбопроводна арматура

3.1. Конструктивни особености на тръбопроводната арматура

Тръбопроводна арматура се наричат всички съоръжения, предназначени за увеличаване, намаляване или прекратяване на движението на флуидния поток, за намаляване на неговото налягане, за предпазване от превишаване в тръбопроводите, за отвеждане на кондензати от тръбопроводите.

Регулирането на отделните параметри на флуида обикновено се постига чрез изменение на сечението на флуидния поток посредством затварящ елемент. В зависимост от движението, което затварящият елемент извършва спрямо токовите линии на флуидния поток, се различават следните видове арматури:

- **вентили** - затварящият елемент(тарелката) се движи успоредно на флуидния поток в мястото на затварянето;

- **шибъри** - затварящият елемент(диск с успоредни или наклонени стени) се движи напречно на флуидния поток;

- **кранове** - затварящият елемент, който има формата на пресечен конус, се завърта около надлъжната си ос, триейки се по уплътнителната повърхнина на корпуса;

- **възвратни клапани** - затварящият елемент е диск, който се отваря от потока на работния флуид и се затваря при връщането му;

- **предпазни клапани** - затварящият елемент хоризонтален диск, натиснат с тежест посредством лост или пружина, който се отваря при определено превишаване на налягането на работния флуид и се затваря щом налягането стане нормално.

Арматурата може да бъде:

- **с принудително действие(командна) - когато се задействува ръчно или чрез двигател с механизъм;**

- **самодействаща** - когато се привежда в действие направо от работния флуид.

Към командната арматура се отнасят вентилите, шибърите, предпазните клапани и кондензните гърнета.

В зависимост от работния флуид се различава тръбопроводна арматура за пара, за вода, за нафта, за киселини, основи и др.

В зависимост от материала, от който са изработени основните и части, тя може да бъде чугунена, стоманена и бронзова.

В зависимост от налягането и температурата - за високо, средно и ниско налягане.

В зависимост от конструктивните особености - фланцова, муфова и безфланцова.

Технологични изисквания - арматурата трябва да работи за тези параметри(налягане и температура), за които е определена. Не се допуска арматура за ниско налягане и ниска температура да се използва в условия на работа с по-високо налягане. За разпознаване на арматурата е разработен стандарт за маркировка и боядисване, съгласно с който на арматурата за общо предназначение са отбелязани: марката на завода, условното налягане, диаметърът на условния отвор и стрелката за показване на движението на потока.

Основните материали, от които се изработва арматурата, са чугун(сив и темперован), стомана, бронз и специални сплави. Чугунената арматура е подходяща за налягане до $25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и температура до 300°C , а бронзовата - за температура до 250°C . При високи налягания и температури задължително се използва стоманена арматура. При температури над 450°C арматурата се изработва от легирана топлоустойчива стомана.

Вентили

Класификация - в зависимост от изменението на посоката на движението на флуидния поток вентилите са прави и ъглови.

При **правите вентили** флуидът има една и съща посока при входящия и изходящия фланец. Правите вентили са с бъчвообразно тяло, което улеснява протичаненето на флуида.

Вентилите, чиито вретена сключват с общия поток на флуида ъгъл, различен от 90° (най-често 45°), се наричат **наклонени**. Тяхна разновидност с вентилът със свободно протичане. **Ъгловите вентили** обикновено изменят посоката на флуида на 90° .

Най-често вентилите се изработват с диаметър до 300мм. За по-големи диаметри се използват **шибърите**.

За малки налягания и малки условни диаметри (до 80мм) вентилите могат да бъдат и с муфи(с резба). За по-големи диаметри те се правят с фланци.

Вентилите за високо налягане с голяма дебелина на стената често вместо с фланци завършват с краища за затваряне към тръбопровода.

При вентилите потокът на работния флуид може да минава под капака или над него. В първия случай при затворено положение уплътнението на капака и уплътнителната кутия не са под действието на работното налягане, което дава възможност за сменяне на набивките през време на работа. При затваряне на вентила обаче трябва да се употреби голямо усилие за преодоляване на налягането, действащо върху цялата повърхнина на клапана.

Когато потокът на работния флуид минава над клапана, затварянето на вентила се извършва много лесно, но за отварянето му е нужно голямо усилие. Освен това флуидът действа по оста на вентила и непосредствено върху набивката, което е причина за по-бързо износване.

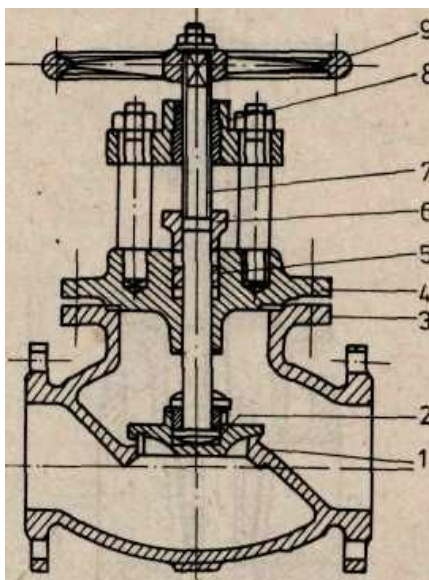
В зависимост от закрепването на капака към тялото вентилите се изработват:

- с капак, закрепен към тялото с резба;
- с капак, закрепен към тялото с шпилки и гайки.

Вентилите с капак, закрепен с резба към тялото, имат малка маса и малки външни размери в сравнение с други вентили. Прилагат се за налягане до $8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и температура на работното вещество до 200°C .

Вентилите с капак, закрепен към тялото със стоманени шпилки и гайки, имат това предимство, че при изработването им осовата линия на вретеното и гнездото може точно да се спази. Резбата на вретеното е извън тялото и не е изложена на корозия от непосредственото въздействие на работния флуид; уплътнителната кутия има по-голяма дълбочина и осигурява добро уплътнение. Тези вентили намират приложение за налягане от $13 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ до $140 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и температура от 225°C до 570°C .

Устройство и принцип на действие (фиг.282). Тялото 3, което има форма на тройник с вътрешна преграда, се свързва с капака 4 с болтово съединение. През капака минава вретеното 7. В долния му край е поставен клапанът 2, а под него - уплътнителен пръстен. Клапанът се закрепва към вретеното с щифт или чрез гривна от две части, между които има хлабина, за да се осигури правилното му разположение върху седлото 1. Над седлото 1 също е поставен уплътнителен пръстен.



Фиг.282. Вентил

1 - седло; 2 - клапан; 3 - тяло; 4 – капак; 5 - набивка; 6 - салник; 7 - вретено; 8 - втулка; 9 – маховик

От прилягането на двете уплътнителни повърхнини на пръстените зависи доброто уплътнение. Вретеното се навива с резба във втулката 8. На горния край на вретеното се закрепва маховикът 9. При въртене на маховика по посока на часовниковата стрелка вретеното с клапана се спуска и вентилът се затваря, а при обратното въртене се отваря. В капака е поставена уплътнителна кутия, запълнена с еластичната набивка 5, която се притиска към вретеното чрез салника 6 и две шпилки с гайки.

Шибъри

Шибъри(фиг.283) - най-широко приложение при тръбопроводите намират шибърите поради следните предимства:

- имат малко хидравлично съпротивление;
- посоката на преминаване на флуида не е строго определена;
- при отворено положение уплътнителните им повърхнини се скриват и не са изложени на влиянието на струята;
- имат малки габаритни размери;
- удобни са за дистанционно командване.

Недостатъците на шибърите са следните:

- висока себестойност;
- трудности при ремонта на уплътнителните повърхности;
- непригодност за флуиди, съдържащи други вещества в суспензия.

Различават се следните видове шибъри:

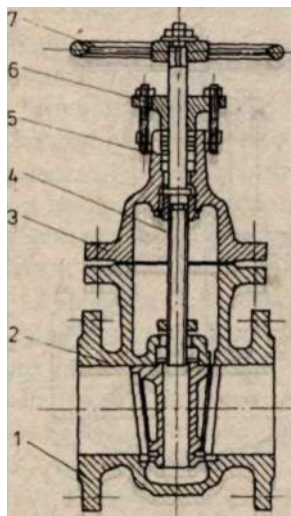
- в зависимост от взаимното разположение на уплътнителните повърхнини - **клиновидни**

- когато двете уплътнителни повърхнини сключват помежду си известен ъгъл - **нормални**($\alpha = 2^{\circ}54'$ или 5°) и **паралелни** - когато уплътнителните повърхности лежат в две успоредни равнини;

- в зависимост от мястото на нарязаната част на вретеното - **с въртящо вретено**

- когато резбата се намира в затварящото се тяло, и с невъртящо вретено - когато резбата е извън тялото и вретеното има само постъпателно движение.

В зависимост от формата на средния фланец - **с правоъгълна, с елипсовидна и с кръгла форма.**



Фиг.283. Шибър

1 – тяло; 2 – клин; 3 – капак; 4 – вретено; 5 – набивка; 6 – салник; 7 – маховик

В зависимост от формата на присъединителните краища - **с фланци, с муфи и с щуцери за заваряване.**

В зависимост от броя на уплътняващите повърхнини - **с едностранно уплътнение**(когато повърхностното налягане на уплътнителната повърхнина от страната на влизане на флуида е по-малко от $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и флуидът може да проникне в кухината на тялото) и **с двустранно уплътнение**(когато повърхностното налягане на уплътнителната повърхнина от страната на влизане на флуида е по-високо от $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, което е достатъчно, за да се създаде херметичност).

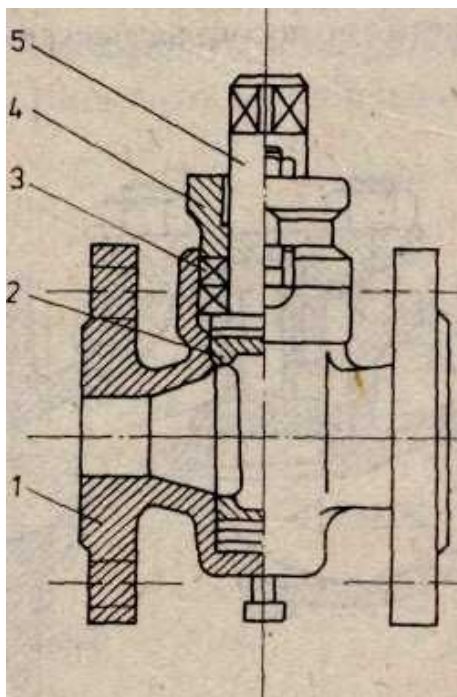
Клинови шибъри са тези, при които затварящото тяло има формата на клин, образуван от два отделни диска, наклонени един към друг, притягащи с уплътнителните си пръстени към тялото. При високи температури на флуида, когато клинът е нагрят повече, отколкото тялото на шибъра,

съществува опасност от закливане. Колкото по-малък е ъгълът на клина, толкова по-голяма е вероятността от закливане. Свързването на клина към вретеното трябва да бъде такова, че да позволява свободно нагаждане на уплътнителните повърхнини.

Паралелни шибъри са тези, които имат два, успоредни един на друг диска, прилягащи с уплътнителните си пръстени към пръстените на тялото, които също са успоредни един на друг. При отваряне и затваряне на паралелните шибъри уплътнителните им повърхнини се трият една към друга и се износват бързо, което води до неплътности.

Кранове

Крановете се делят главно на вентилни и шибърни. **Вентилните кранове**(фиг.284) се състоят от тялото 1, клина с уплътнител 2, стеблото 5, набивката 3 и салника 4. Те се изработват с диаметър 13÷17мм. Шибърните кранове вместо вентилна клапа имат затворен клин(шибър). Различават се еднопътни кранове, при които струята не променя направлението си, и многопътни кранове(най-често трипътни), при които струята мени направлението си под ъгъл 90°. Крановете се изработват за топла и за студена вода с диаметър от ½ до 2”.



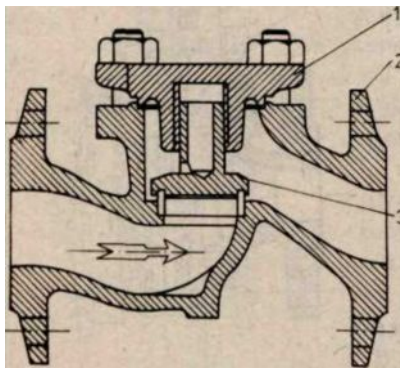
Фиг.284. Кран

1 - тяло; 2-клин с уплътнител; 3 - набивка; 4 - салник; 5 – стебло

Крановете се отварят и затварят много бързо - чрез завъртане на клапана на 1/4 оборот. Те намират приложение за оттичане на гъсти разтвори и утайки, където налягането и температурата на работния флуид са ниски. Плътността на крана зависи от претриването на конусния клин, разположен в гнездото на крана. Претриването се извършва с фин шмиргелов прах или стрито на прах стъкло.

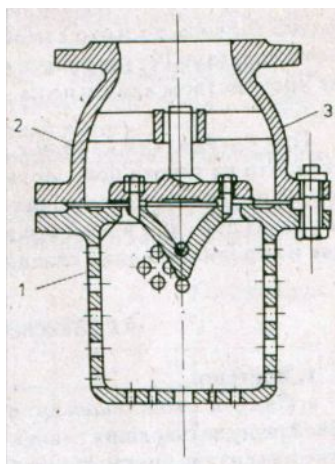
Клапанна арматура

Възвратни клапани(фиг.285) - те са съоръжения, които дават възможност за еднопосочно движение на работния флуид. При обратно движение клапанът се затваря. Монтират се на тръбопроводи след помпи, парни котли, бойлери и на други места, където не се допуска обратно движение на работния флуид. Движението на работния флуид се насочва винаги под клапана, който се държи отворен от струята. С понижаване на налягането движението на работния флуид спира и клапанът се затваря сам от собствената си тежест или под действието на пружина. Ако зад него се появи налягане, то го притиска към тялото и го държи в затворено положение. Тялото се свързва с капака 1 с болтово съединение. Прието е по посока на движението на работния флуид след възвратния клапан да се монтира спирателен вентил.



Фиг.285. Възвратен клапан
1 – капак; 2 – тяло; 3 – клапан

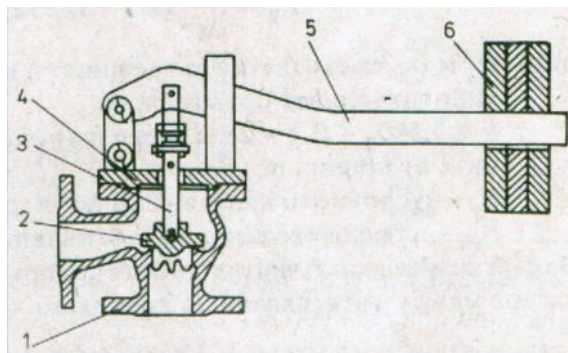
Върху тялото на клапана отвън е маркирана със стрелка посоката на движението на работния флуид. Към възвратните клапани се причисляват и смукателните клапани (фиг.286). Те се монтират в началото на смукателния участък на тръбопровода към центробежните помпи, за да се държи помпата винаги пълна с вода. Устройството на смукателните клапани се състои от тялото 3, 1 клапана със стебло 2 и решетка 1, която се закрепва към тялото с болтове и гайки. Решетката предпазва помпата от предпазване на твърди предмети. При работа на помпата клапанът е вдигнат и се поддържа отворен от струята вследствие на разликата в налягането преди и след него. Щом помпата спре движението на водата, клапанът се отваря под действието на натиска на водния стълб, както и под действие на теглото на клапана. Смукателната тръба остава пълна с вода.



Фиг.286. Смукателен клапан
4 - решетка; 2 - клапан; 3 – тяло

Предпазни клапани - те са вид арматура, която се монтира на съдове под налягане (парни котли, ресивери за сгъстен въздух, бойлери и др.), и са предназначени да не допускат увеличаване на работното налягане над предписаните от правилника на котлонадзора граници съобразно с вида на съда и налягането на средата.

Според начина на създаване на силата за затварянето на клапана предпазните клапани са - с **пружини и с тежести**, а според начина на изхвърлянето на средата се различават **открит тип**, при който средата се изхвърля направо в атмосферата, и **закрит тип**, при който средата се отвежда в съответно място. Устройството на предпазен клапан с тежести (фиг.287) е следното. В гнездото на тялото 1 се притиска клапанът 2, монтиран на водача 3. Тялото се затваря отгоре с капака 4, на който е закрепен шарнирно лостът 5 с тежестите 6, поставени в срещуположния край на лоста. Щом налягането под капака се повиши, равновесието се нарушава, клапанът се повдига, като преодолява теглото на тежестите и изпуска работния флуид толкова, колкото е необходимо за възстановяване на работното налягане. Регулирането на предпазния клапан с тежести става посредством изменение на положението на тежестта върху лоста. При предпазния клапан с пружини клапанът се притиска към гнездото на тялото посредством пружина. Тези клапани се поставят на подвижни съоръжения (локомотиви, компресори и др.) и в места, където не е възможно да се осигури хоризонтално положение на предпазителятния клапан.



Фиг.287. Предпазен клапан с тежести

1 - тяло; 2 - клапан; 3 - водач; 4 - капак; 5 - лост; 6 – тежест

3.2. Избор на тръбопроводна арматура

Основния тип спирателна арматура, която се препоръчва за тръбопроводи до и над 50мм е задвижката. Тя има малко хидравлично съпротивление, надеждно уплътняване на затвора и осигурява изменение на направлението на средата.

Вентилите се препоръчват при тръбопроводи с диаметър до 50мм. При диаметър на тръбопровода над 50мм, вентилите се използват основно в случаите когато е необходимо ръчно дроселиране в технологичния процес. Основното преимущество на вентилите е отсъствието на триене на уплътнителните повърхности. Това значително намалява опасността от повреди и позволява използването им при високи налягания, като предопределя тяхното широко приложение в тази област.

Крановете се използват когато са необходими спирателни устройства с ниско хидравлично съпротивление. Те намират приложение и при управление на потоци в различни посоки, например три- и четириходови кранове.

Дисковите заслонки се използват при тръбопроводи за течни, газообразни и неагресивни среди с температура до 80°C, условен проход до 2000мм и налягане до 1,6МПа. При избор на материал за тръбопроводна арматура трябва да се имат предвид свойствата на транспортираната среда, нейната корозионна устойчивост, възпламеняемост и токсичност.

В тръбопроводи за горящи, токсични, пожаро- и взривоопасни среди се използва само стоманена арматура.

Арматура от ковък чугун се използва при тръбопроводи за горящи газове, в диапазон на работна температура от -30 до 150°C при налягане до 0,16МПа. В съответствие с нормативните изисквания независимо от работната температура и налягане не се препоръчва използване на чугунена арматура за:

- токсични вещества;
- въгледородни газове и лесно възпламеняващи се течности с температура на кипене под 45°C;
- газове с възможни вибрации в тръбопроводите;
- газове съдържащи водна пара и други замръзващи течности при температура на стената на тръбата по-ниска от 0°C.
- газове при възможни разширявания на тръбопроводите .

При тръбопроводи работещи с температура – 40°C и по-ниски, трябва да се използва арматура от легирана стомана и специални сплави.

При тръбопроводи предназначени за транспортиране на високо агресивни среди, трябва да се използва арматура изработена от корозионно устойчиви материали.

При тръбопроводи за среди с токсични свойства, горящи активни газове и лесно възпламеними течности е необходимо да се монтира арматура отговаряща на повишени изисквания относно начина на затваряне и уплътнение. В този случай като най-евтини могат да се използват и салникови устройства. При тръбопроводи с висока степен на токсичност, огнева и взривоопасна среда е необходимо използването на силфонна арматура.

Ръчно управляващата арматура се използва все по-рядко, като в съвременните технологични инсталации с висока степен на автоматизирано управление се използва арматура с електро-,

пневмо- и хидроуправление. Арматура с електро управление не се използва при температура на околната среда по-ниска от -40°C , на открити площадки и в зони с повишена влажност.

При тръбопроводи с малък диаметър(до 80мм), най-често арматурата се закрепя посредством резби. Резбовите съединения изискват минимален брой присъединителни елементи, те са прости по конструкция и изпълнение. Когато е необходимо често да се извършва демонтаж с цел почистване на тръбопроводите с малък и среден диаметър най-често се използват фланцови съединения. Най-сигурният начин за свързване на тръбопроводната арматура – заварката се използва най-вече при тръбопроводи за горящи, токсични, пожаро- и взривоопасни среди, но не навсякъде е там където е допустимо.

4. Особенности при монтаж и експлоатация на тръбопроводи и арматура

Обемът на работите по монтажа на технологичните тръбопроводи в сравнение с общия обем на монтажните работи в химичните производства достига до $35 \div 40\%$, а в нефтопреработващата промишленост до $55 \div 60\%$. Монтажните работи на тръбопроводите се предхождат от много подготвителни работи в цеховете за тръбни заготовки, като: механична обработка на тръбите и арматурите; изработване на отвори в тръбите; заваряване и свързване на тръбопроводни елементи; създаване и изпитване на части от тръбопроводите; тяхното маркиране и други. Заваряването на тръбите и елементите към тях се извършва на специални стендове, чрез които се осигуряват качествени заварки и тяхното изпитание. При центриране на тръбите за заваряване се използват специални приспособления, осигуряващи необходимата точност.

При монтаж на отделни части на тръбопроводите често е необходимо свързване с фланци и осигуряване перпендикулярност на повърхността на фланеца към тръбата. Това може да се извърши чрез специални приспособления. Срязването на тръбите се извършва на специални стругове или с необходими режещи инструменти. Често е необходимо термично обработване на тръбопроводите при монтаж или почистване с пясъчно струйни инструменти.

Преди монтажа на тръбите и детайлите е необходимо да се извършва почистване от замърсявания посредством сгъстен въздух. Детайли покрити със смазочни масла се разконсервират, чрез нагриване в камери или във вани с минерално масло при температура $100 \div 120^{\circ}\text{C}$. Почистването им може да продължи, чрез промиване със спирт или бензин с гореща вода и миелци разтвори. При монтажа на тръбопроводите след разполагането им по трасето се извършва нивелация в хоризонтална и вертикална посока на отделни сегменти(части) през определено разстояние. Поставят се подвижни и неподвижни опори, арматурата, температурните компенсатори и други.

При монтаж на междуцехови тръбопроводи е възможно използването на товароподемни машини, кранове и др. При монтаж на тръбопроводи вътре в цеховете е необходимо осигуряване на достъп до всички елементи на тръбопроводната арматура.

Тръбопроводите се монтират най-често като сборни единици, представляващи участък от тръбопровода с арматурата, компенсаторите и топлоизолацията. През последните години се използва много метода на блоковото оборудване(блокова технология на монтаж). При този метод няколко единици от оборудването заедно с тръбопроводите, арматурата приборите за контрол и управление пристигат на монтажната площадка в готов вид от фирмата производител. Блоковете се монтират в определен ред на сглобяване. Това повишава скоростта на монтажа и неговата надеждност.

След приключване на монтажните работи се извършват хидравлични или пневматични изпитания на тръбопроводите с цел проверка на плътност и здравина на изработка. Пневматични изпитания се извършват когато е невъзможно извършване на хидравлични изпитания, например при температура на околната среда по-ниска от 0°C , или при отсъствие на вода на работната площадка. При изпитания налягането се повишава до определени граници и се задържа в продължение на 5мин., при което се прави пълен оглед за състоянието на тръбопровода – на заваръчните шевове, заварки на арматура и нейните уплътнителни елементи. Намерените дефекти се отстраняват след понижаване на налягането до атмосферното, като изпитанията продължават и резултатите се считат задоволителни спазвайки съответните инструкции и стандарти за експлоатация на оборудването.

