

СПРАВОЧНИК

ПО ИКОНОМИЯ НА ЕНЕРГИЯ
В ПАРОКОНДЕНЗАТНИ
СИСТЕМИ

Armstrong

За съхранението и икономия на енергия всеки трябва да има ясна представа и още по-важно - да ги прилага на практика. Заводите на Armstrong са в бизнеса по съхранение на енергията в областта на работещи с пара съоръжения и оборудване още от 1900 година. Нашите разработки и усъвършенствувания в проектирането на кондензатоотделители и тяхното функциониране доведоха до неопценими икономии на енергия, време и пари. В усилията си да споделим и разпространим натрупаните знания за съхранението на парна енергия, ние от Armstrong подготвихме тази книга. Тя се занимава с принципите на действие на кондензатоотделителите и описва специфичните им приложения за широк клас продукти и клонове на промишлеността. Освен това, като обобщение на нашия опит ние сме включили Таблицы с препоръки, показващи типа кондензатоотделител, който би работил оптимално в дадена ситуация и причините за това.

Книгата е предназначена да се използва като наръчник за инсталиране и експлоатация на кондензатоотделящото оборудване от персонал с опит в тази област. Изборът и монтажът би трябвало винаги да бъдат съпроводени от компетентна техническа помощ или съвет. Затова не се колебайте да се обърнете веднага към Armstrong или неговите оторизирани представители за съдействие и повече информация.

Увод

Инструкции за използване на таблиците с препоръки	1
Парни таблици	2
Вторична пара	3
Пара - основни понятия	4
Кондензатоотделител с инверсно бутало	8
Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител	10
Биметален кондензатоотделител	11
Термодинамичен кондензатоотделител	11
Термостатичен кондензатоотделител	12
Автоматичен диференциален кондензатен регулатор	13
Избор на кондензатоотделител	14
КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ:	
Пароразпределителни системи	16
Парни спътници	20
Въздухоотоплителни апарати	22
Нагреватели за технологичен въздух	24
Парни абсорбционни хладилни машини	25
Кожухотръбни топлообменници	
и потопени серпентини	26
Изпарители	28
Резервоари с парен кожух	30
Затворени стационарни парни камери	32
Сушилни барабани, изискващи сифонно дрениране	34
Разширители (експандери)	36
Инсталиране и изпитване на кондензатоотделители, производство на ARMSTRONG	38
Кондензатоотделители - проблеми и отстраняването им	40
Оразмеряване на пароподаващи и връщащи кондензат линии	42
Полезни инженерни таблици	46
Азбучен указател	

СЪКРАЩЕНИЯ

ИБ	Кондензатоотделител с инверсно бутало
ИБГО	Инверсно бутало с голям вентилационен капацитет
П&Т	Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител
Тд	Термодинамичен кондензатоотделител
ДКР	Автоматичен диференциален кондензатен регулатор
ВВ	Възвратен (обратен) вентил
ПрК	Предпазен клапан

ИНСТРУКЦИИ ЗА ИЗПОЛЗУВАНЕ НА ТАБЛИЦИТЕ С ПРЕПОРЪКИ

В частта "Как да се дренира" на този наръчник, страници 16-37, са дадени таблици с препоръки за бърза справка. В таблиците е използвана система от кодове (буквите от А до Q) за означаване на набор от характеристики, предназначена да даде на потребителя възможност с един поглед да получи информация за типа на кондензатоотделителите и основните предимства, които според Armstrong ги поставят над останалите за всяко специфично приложение.

Ето как се работи с тях. Да приемем, че търсите информация за правилния подбор на кондензатоотделител за гравитационно дрениран реактор с парен кожух. Процедурата е следната:

1. Намерете частта "КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ РЕЗЕРВОАРИ С ПАРЕН КОЖУХ", стр.30-31 и погледнете в долния ляв ъгъл на стр.30. (Таблицата с препоръките за всяка част се намира на първата ѝ страница).

2. Намерете в първата колона ("ДРЕНИРАНО ОБОРУДВАНЕ") реда "РЕАКТОРИ С ПАРЕН КОЖУХ, ГРАВИТАЦИОННО ИЗТОЧВАНЕ И ДРЕНИРАНЕ" и прочетете вляво графата "ПЪРВИ ИЗБОР И КОДОВЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ". В случая, като най-подходящ се посочва кондензатоотделител ИБГО а за характеристиките са дадени кодове В, С, Е, К, N.

3. Сега погледнете долната таблица, озаглавена "КАК РАЗЛИЧНИТЕ ТИ-

ПОВЕ КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ ОТГОВАРЯТ НА СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАБОТАТА ИМ", и вижте в първата графа характеристиките, означени със съответните буквени кодове. Например буквата "В" се отнася за способността на кондензатоотделителя да осигурява при работата си икономия на енергия.

4. Намерете по реда надясно графата, която се отнася за посочения тип кондензатоотделител (в случая ИБ). На базата на изпитания и наблюдения при действителни работни условия, експлоатационните качества на уреда по отношение съхранение на енергията са определени като "Отлични". Повторете процедурата за другите букви.

КАК РАЗЛИЧНИТЕ ТИПОВЕ КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ ОТГОВАРЯТ НА СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАБОТАТА ИМ

Код	Характеристика	Инверсно бугало	Поплаваково-термостатичен	Термодинамичен	Термостатичен	Диференциален регулатор	Биметален
A	Режим на работа	Периодичен	Непрекъснат	Периодичен	(1)Непрекъснат	Непрекъснат	Непрекъснат
B	Икономия на енергия (Срок на експлоатация)	Отличен	Добър	Лош	Среден	(2)Отличен	Среден
C	Износостойчивост	Отличен	Добър	Лош	Среден	Отличен	Среден
D	Устойчивост на корозия	Отличен	Добър	Отличен	Добър	Отличен	Среден
E	Устойчивост на хидравлични удари	Отличен	Лош	Отличен	Лош	Отличен	Отличен
F	Вентилиране въздух и кислород при температура на парата	Да	Не	Не	Не	Да	Не
G	Способност да обезвъздушават при много ниско налягане (0.02 Bar)	Лош	Отличен	(3) Не се препоръчва	Добър	Отличен	Добър
H	Поемане пусков въздушен товар	Среден	Отличен	Лош	Отличен	Отличен	Отличен
I	Работа при противоналягане	Отличен	Отличен	Лош	Отличен	Отличен	Отличен
J	Устойчив на повреди при замръзване (4)	Добър	Лош	Добър	Добър	Добър	Добър
K	Способност да почиства системата	Отличен	Среден	Отличен	Добър	Отличен	Добър
L	Работа при много ниски товари	Отличен	Отличен	Лош	Отличен	Отличен	Добър
M	Реакция на ударни вълни кондензат	Бързо	Бързо	Бавно	Бавно	Бързо	Бавно
N	Справяне със замърсяванията	Отличен	Лош	Лош	Среден	Отличен	Лош
O	Сравнителен физически размер	Голям (5)	Голям	Малък	Малък	Голям	Голям
P	Обработване на вторичната пара	Среден	Лош	Лош	Лош	Отличен	Лош
Q	Състояние, при което остава при механична повреда.	Отворен	Затворен	(6) Отворен	(7)	Отворен	Отворен

1. Може да бъде периодичен при ниски товари
2. Отлично, когато вторичната пара се използва
3. Не се препоръчва при ниски налягания

4. Не се препоръчват чугунени кондензатоотделители
5. При заварени конструкции от неръждаема стомана - "Среден"
6. При повреда може да остане затворен поради замърсявания

7. При повреда може да остане отворен или затворен в зависимост от типа на мембраната.

ПАРНИ ТАБЛИЦИ...какво представляват...как да се използват

Използуваните зависимости между количеството топлина, температурата и налягането са взети от Таблицата за свойствата на наситената пара.

ДЕФИНИЦИЯ НА ТЕРМИНИТЕ

Наситена пара е чистата пара при температурата на кипене на водата за съответното налягане.

Абсолютно налягане (Колоната 1) е налягането, изразено с единицата бар (Bar).

Зависимост Налягане-Температура (Колони 1 и 2). За всяко налягане на чистата пара има съответна температура (на насищане). Пример: Температурата на чистата пара при 10 Bar е 180°C.

Специфичен обем на парата (Колоната 3) е обемът на единица маса в m^3/kg .

Специфична плътност е масата на единица обем kg/m^3 .

Специфична енталпия (Топлина на наситената течност) (Колони 4 и 6). Това е количеството топлина, необходимо да повиши температурата на 1 килограм вода от 0°C до точката на кипене при показаните налягане и температура.

Латентна (скрита) топлина или специфична топлина на изпарение (Колони 5 и 7) е количеството топлина (в kJ/kg или kcal/kg), необходимо да превърне един килограм кипяща вода в един килограм пара. Същото количество топлина се отделя, когато един килограм пара кондензира отново в един килограм вода. Това количество е различно за всяка комбинация налягане-температура (показано е в таблицата).

Пълна топлина на парата е сумата от топлината на наситената течност (специфичната енталпия) и латентната (скрита) топлина. Това е пълната топлина на парата над 0°C.

СВОЙСТВА НА НАСИТЕНАТА ПАРА

Налягане Bar	Температура на парата (на насищане) °C	Специфичен обем на водната пара m^3/kg	Специфична енталпия на наситената течност kJ/kg	Специфична топлина на изпарение kJ/kg	Специфична енталпия на наситената течност kcal/kg	Специфична топлина на изпарение kcal/kg
1	2	3	4	5	6	7
0.01	7.0	129.20	29	2484	7.0	593.5
0.02	17.5	67.01	73	2460	17.5	587.6
0.03	24.1	45.67	101	2444	24.1	583.9
0.04	29.0	34.80	121	2433	28.9	581.2
0.05	32.9	28.19	138	2423	32.9	578.9
0.06	36.2	23.47	151	2415	36.2	577.0
0.07	39.0	20.53	163	2409	39.0	575.5
0.08	41.5	18.10	174	2403	41.5	574.0
0.09	43.8	16.20	183	2398	43.7	572.8
0.1	45.8	14.67	192	2393	45.8	571.8
0.2	60.1	7.650	251	2358	60.1	563.3
0.3	69.1	5.229	289	2335	69.1	558.0
0.4	75.9	3.993	317	2319	75.8	554.0
0.5	81.3	3.240	340	2305	81.3	550.7
0.6	86.0	2.732	359	2293	85.9	547.9
0.7	90.0	2.365	376	2283	89.9	545.5
0.8	93.5	2.087	391	2274	93.5	543.2
0.9	96.7	1.869	405	2265	96.7	541.2
1	99.6	1.694	417	2257	99.7	539.3
1.5	111.4	1.159	467	2226	111.5	531.8
2	120.2	0.8854	504	2201	120.5	525.9
2.5	127.4	0.7184	535	2181	127.8	521.0
3	133.5	0.6056	561	2163	134.1	516.7
3.5	138.9	0.5240	584	2147	139.0	512.9
4	143.6	0.4622	604	2133	144.4	509.5
4.5	147.9	0.4138	623	2119	148.8	506.3
5	151.8	0.3747	640	2107	152.8	503.4
6	158.8	0.3155	670	2084	160.1	498.0
7	164.9	0.2727	696	2065	166.4	493.3
8	170.4	0.2403	721	2046	172.2	488.8
9	175.4	0.2148	742	2029	177.3	484.8
10	179.9	0.1943	762	2013	182.1	481.0
11	184.1	0.1774	778	1998	186.5	477.4
12	188.0	0.1632	798	1983	190.7	473.9
13	191.6	0.1511	814	1970	194.5	470.8
14	195.0	0.1407	830	1958	198.2	467.7
15	198.3	0.1317	844	1945	201.7	464.7
16	201.4	0.1237	858	1933	205.1	461.7
17	204.3	0.1166	871	1921	208.2	459.0
18	207.1	0.1103	884	1910	211.2	456.3
19	209.8	0.1047	897	1899	214.2	453.6
20	212.4	0.09954	908	1888	217.0	451.1
25	223.9	0.07991	961	1839	229.7	439.3
30	233.8	0.06663	1008	1794	240.8	428.5
40	250.3	0.04975	1087	1712	259.7	409.1
50	263.9	0.03943	1154	1640	275.7	391.7
60	275.6	0.03244	1213	1571	289.8	375.4
70	285.8	0.02737	1267	1505	302.7	359.7
80	295.0	0.02353	1317	1442	314.6	344.6
90	303.3	0.02050	1363	1380	325.7	329.8
100	311.0	0.01804	1407	1319	336.3	315.2
110	318.1	0.01601	1450	1258	346.5	300.6
120	324.7	0.01428	1492	1197	356.3	286.0
130	330.8	0.01280	1532	1135	356.9	271.1
140	336.6	0.01150	1571	1070	375.4	255.7
150	342.1	0.01034	1610	1004	384.7	239.9
200	365.7	0.005877	1826	592	436.2	141.4

КАК СЕ ИЗПОЛЗУВА ТАБЛИЦАТА

Освен зависимостта налягане-температура, с таблицата може да се определи количеството пара, което ще бъде кондензирано от всеки топлообменен апарат, за който е известно количеството топлина на изхода (в kcal или kJ).

Обратно, таблицата може да се използва за определяне количеството топлина на изхода, ако се знае количеството кондензирана пара. В приложната част на наръчника има няколко позовавания на парните таблици.

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kJ} = 0.24 \text{ kcal}$$

ВТОРИЧНА ПАРА

Какво е вторичната пара:

Когато горещ кондензат (или вода от котела) под налягане се освобождава към по-ниско налягане, част от течността се изпарява отново и образува така наречената вторична пара.

Защо това е важно:

Вторичната пара е важна, защото тя съдържа топлина, която вместо да се изхвърли и изгуби може да се използва отново в съоръженията и така да се реализират икономии.

Как се образува

Когато водата се нагрява при атмосферно налягане, температурата ѝ се повишава докато достигне 100°C, най-високата температура, при която водата може да съществува при това налягане. По-нататъшно добавяне на топлина не повишава температурата, а превръща водата в пара.

Топлината, погълната от водата за повишаване температурата ѝ до точката на кипене се нарича топлосъдържание (енталпия). Топлината, необходима за превръщане на водата в пара при същата температура се нарича скрита (латентна) топлина. Общоприетата единица за топлина - килокалория (kcal) е количеството топлина,

необходимо да повиши температурата на 1 kg вода с 1°C при атмосферно налягане.

Ако нагряваната вода е под налягане (т.е. при налягане по-високо от атмосферното), точката на кипене е над 100°C, така че е необходимо по-високо топлосъдържание. За всяко налягане има съответна температура на кипене и при тази температура водата съдържа определено и известно количество топлина. Колкото е по-високо налягането, толкова е по-висока температурата на кипене, респективно топлосъдържанието. Ако налягането се намали, намалява се и топлосъдържанието и температурата спада до температурата на кипене за новата стойност на налягането, което означава, че определено количество топлина (част от топлосъдържанието) се освобождава. Тази излишна топлина ще бъде погълната под формата на латентна топлина и ще изпари част от водата във "вторична" пара. Явлението се среща например, когато кондензатоотделителят изхвърля кондензат или при изливане на водата от котела при продухване. Количеството на формираната пара може да бъде изчислено.

Кондензат при температура на парата и при налягане 10 bar има топлосъ-

държание 182.1 kcal/kg (вж. колона 6 в парната таблица). Ако този кондензат се освободи към атмосферно налягане (1 Bar), топлосъдържанието му веднага намалява на 99.7 kcal/kg. Излишъкът от 82.3 kcal изпарява отново част от кондензата. Частта кондензат (в %), която ще се изпари мигновено, може да бъде изчислена както следва:

разделя се разликата между високото и ниското топлосъдържание на латентната топлина при по-ниското налягане и полученото се умножава по 100. Или изразено с формула:

$$\% \text{ Вторична пара} = \frac{q_1 - q_2}{r} \times 100$$

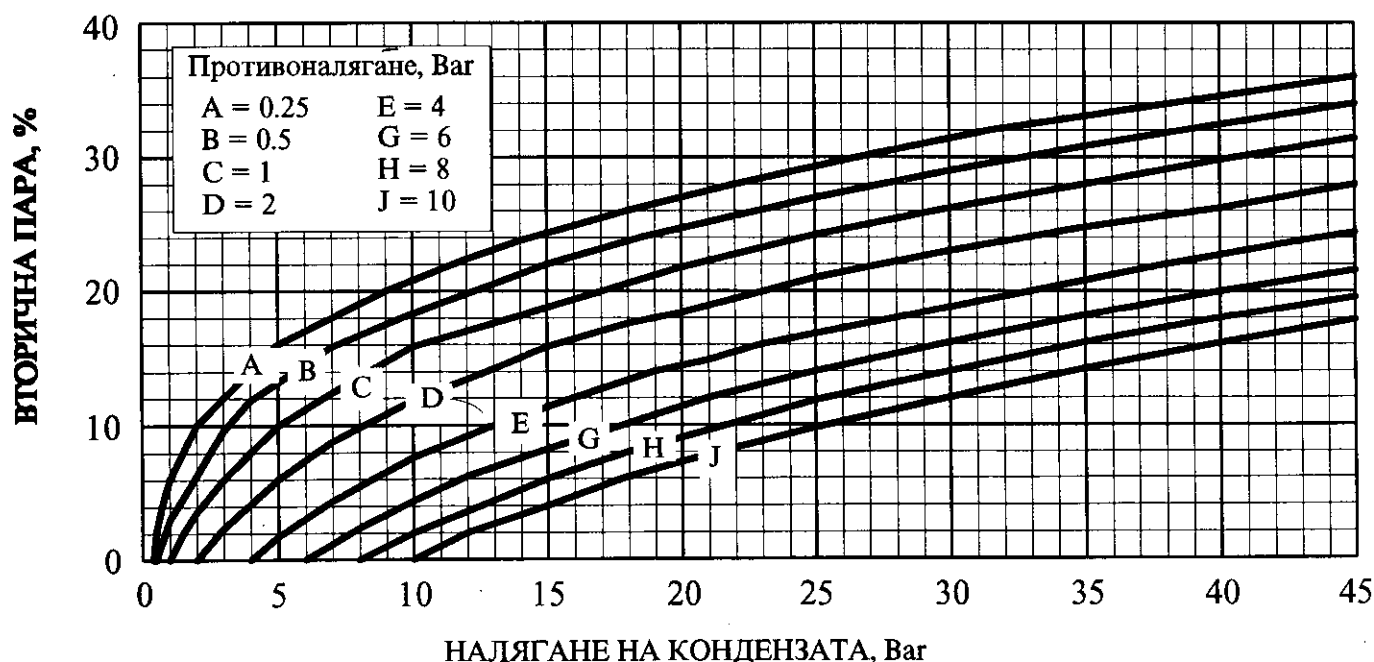
където:

- q_1 Топлосъдържание на кондензата при по-високото налягане преди разреждане.
- q_2 Топлосъдържание на кондензата при по-ниското налягане, към което става изтичане на кондензата.
- r Скрита (латентна) топлина на парата при по-ниското налягане, към което става изтичане на кондензата.

% Вторична пара=

$$= \frac{182.1 - 99.7}{539.3} \times 100 = 15.3\%$$

Графика 3-1



За удобство Графика 3-1 показва количеството вторична пара, което ще бъде образувано, когато кондензатът се разрежда към различни налягания (различно съпротивление на изтичане).

ДРУГИ ПОЛЕЗНИ ТАБЛИЦИ ЩЕ НАМЕРИТЕ НА СТР.46

Парата е невидим газ, който се генерира чрез добавяне на топлинна енергия към водата в котела. Вж. фиг.4-1 и фиг.4-2. За да се повиши температурата на водата до точката на кипене, трябва да се добави достатъчно енергия, след което е необходимо ново количество енергия за да се превърне водата в пара, като при това температурата остава постоянна.

В тази книга ние се занимаваме с пара за отопление и технологични нужди. Парата е много ефективна и лесно контролируема топлопренасяща среда и се използва най-често за пренасяне на енергия от едно централно място (котела) към какъвто и да е брой места на работната площадка.

Отбелязахме, че са необходими допълнителни килокалории за превръщане на врящата вода в пара. Те не са загубени, а са съхранени в парата и готови да бъдат освободени и използвани.

Топлината, необходима да превърне кипящата вода в пара, се нарича топлина на изпарение или латентна топлина. Количеството топлина е различно за всяка комбинация налягане/температура, както това е показано в парната таблица.

ПАРАТА РАБОТИ ... КАК СЕ ОПОЛЗОТВОРЯВА ТОПЛИНАТА НА ПАРАТА

Топлината винаги тече от по-високо температурно ниво към по-ниско. От горивната камера, топлината тече през котелните тръби към водата. Когато по-високото налягане в котела изтласква парата вън от него в разпределителната система, парата в тръбите ще бъде при по-висока температура, отколкото околния въздух. Тогава топлината тече от парата през стените на тръбите към въздуха. Тези загуби на топлина предизвикват кондензиране на част от парата и превръщането ѝ отново във вода. Поради това разпределителните тръбопроводи, обикновено, са изолирани, за да се минимизира този носещ загуби и нежелан топлообмен.



+ 162 kcal =



+ 481 kcal =



Когато парата достигне до топлообменника, който трябва да се нагрее, положението е различно. Тук предаването на топлина от парата към въздуха във въздухонагревателя, към водата във водонагревателя или към храната в казан за готвене, е много желано и нищо не трябва да възпрепятства този топлообмен. Вж. фиг.5-1.

ДЕФИНИЦИИ

kcal. Една kcal е количеството топлина, необходимо да повиши температурата на 1 kg студена вода с 1°C. Или: kcal е количеството топлинна енергия отделено от 1 kg вода при охлаждане, напр. от 20°C до 19°C.

Температура е степента на нагрято, без да се прави връзка с наличното количество енергия.

Топлината е мярка за наличната енергия, без да се прави връзка с температурата. Да илюстрираме: 1 kcal, която нагрее 1 kg вода от 10 до 11°C може да "дойде" от околния въздух с температура 20°C или от пламък с температура 500°C.



+ 80 kcal =



+ 539.4 kcal =



Фиг.4-1. Показано е колко топлина е необходима за да генерира 1 kg пара при атмосферно налягане. Забележете, че за всеки градус (1°C), докато се достигне температурата на кипене е необходима 1 kcal, но превръщането на водата при 100°C в пара изисква много повече килокалории.

■ Кондензат ■ Пара

Фиг.4-2. Фигурата показва колко топлина е необходима за да се генерира 1 kg пара при налягане 10 Bar. Забележете допълнителната топлина и по-високата температура, необходими да накарат водата да закипи при 10 Bar налягане, в сравнение със същия процес при атмосферно налягане. Забележете също, по-малкото количество топлина, необходимо да се изпари водата в пара при по-високата температура.

ДРЕНИРАНЕ НА КОНДЕНЗАТА...ЗАЩО Е НЕОБХОДИМО

Кондензатът е страничен продукт в парната система. Той се образува в разпределителната система поради неизбежното излъчване, а и в отоплителното и в технологичното оборудване, поради топлопренасянето от парата към нагряваната субстанция. След като парата е кондензирала, отдавайки своята латентна топлина, горещият кондензат трябва да бъде отстранен незабавно, тъй като съдържащата се топлина в килограм кондензат е пренебрежима в сравнение с тази в килограм пара. Този кондензат, обаче, е все още ценен и би трябвало да се върне към котела.

Хидравличен удар. Горещата пара в контакт с кондензат, който е охладен под температурата на парата, може да предизвика хидравличен удар, което е досадно и може да скъси живота на серпентини и тръби. Вж. фиг.5-2.

Нуждата от дрениране на разпределителните системи

Парата се движи бързо в главните и подаващи линии - често със скорост 150 km/h и повече. Образуваният в тези линии кондензат може да бъде изтласкван от бързото движение на парата и да се превърне, образно казано в "стенбитна машина". Това може да доведе до повреди в тръбна арматура и регулиращи вентили и по всяка вероятност ще предизвика неприятния досаден звуков ефект, известен като хидравличен удар. Важно е този кондензат да бъде отстранен от системата още във фазата на "тежка роса", преди количеството му да се увеличи и се превърне в опасен "снаряд".

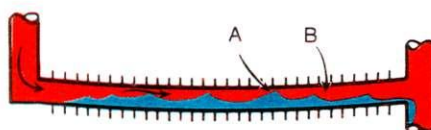
Необходимостта от дрениране на топлообменните съоръжения

Явно, кондензатът в топлообменните съоръжения заема пространство и фактически намалява физическия размер и капацитета на оборудването. Той трябва да се отстрани незабавно, така че съоръженията да бъдат поддържани пълни с пара. Вж. фиг.5-3.

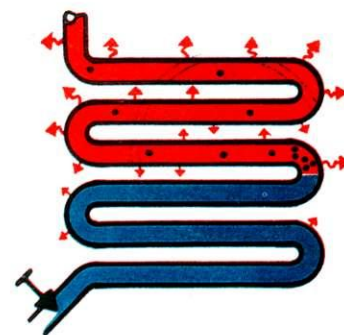
Нуждата от отстраняване на въздуха и CO₂

Въздухът винаги присъства при пускане на съоръженията и в захранващата котела вода. Освен това подхранващата вода може да съдържа карбонати, които се разтварят и освобождават газ - въглероден двуокис. Проблемът за дренирането включва нещо повече от простото отстраняване на кондензата. Системата трябва бързо да бъде изчистена от въздуха и въглеродния двуокис.

- Кондензат
- Пара
- Вторична пара

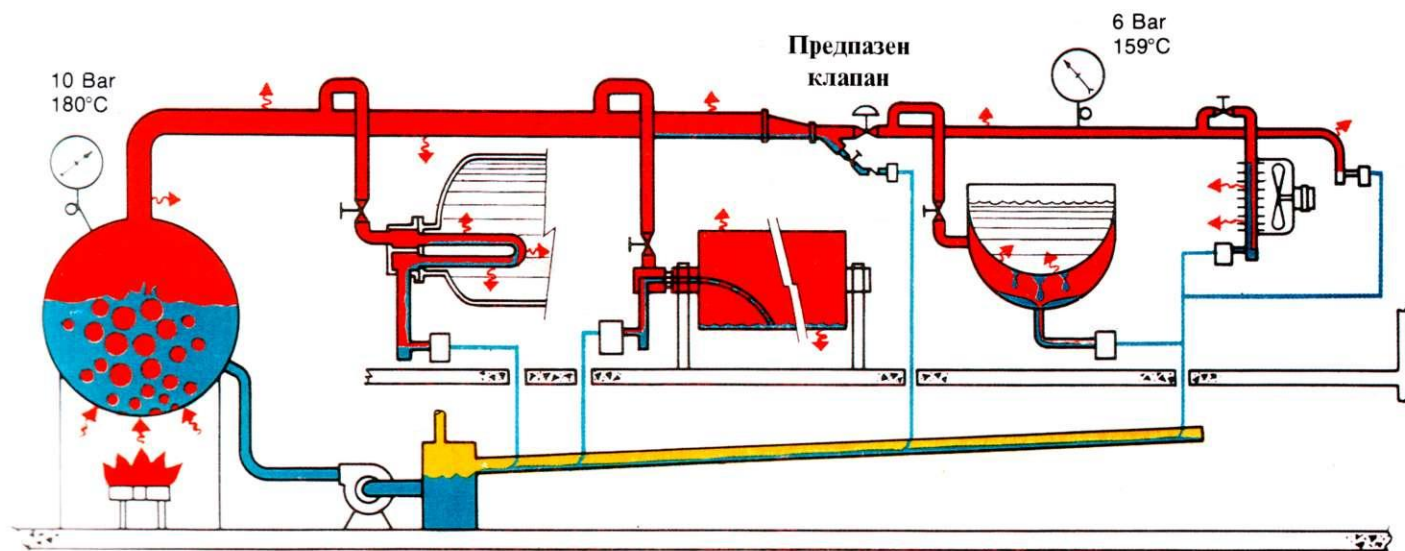


Фиг.5-2. Парата, минаваща над останения да се натрупа в тръбопроводите кондензат, формира вълни, които се увеличават, докато блокират напълно движението ѝ в точка А. Кондензацията в зоната В създава разлика в налягането и така позволява на парата да тласка кондензатния "снаряд" като стенбитна машина, предизвиквайки хидравличен удар.



Фиг.5-3. Серпентина, която е пълна до половина с кондензат, не може да работи с пълен капацитет.

Фиг.5-1



ПАРА ... ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ

ВЛИЯНИЕ НА ВЪЗДУХА ВЪРХУ ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПАРАТА

Фиг.6-1 обяснява последствията от наличие на въздух в паропроводите, докато Таблица 6-1 и номограмата 6-1 показват намаляването температурата на парата, предизвикано от различни проценти съдържание на въздух при различни налягания.

ВЛИЯНИЕ НА ВЪЗДУХА ВЪРХУ ТОПЛООБМЕНА

При кондензирането на парата, въздухът - този отличен изолатор, може да покрие с изолационен слой топлообменната повърхност и значително да намали КПД на съоръжението. При

определени условия, съдържание на въздух в парата равно на половин обемен процент, може да намали КПД на топлопредаване с 50%. Вж. фиг.7-1.

КОРОЗИОННИ ПРОБЛЕМИ

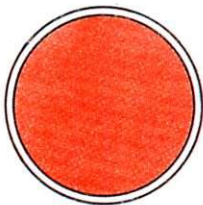
Когато газ CO_2 се освобождава в котела и пътува с парата, той може да се разтвори в кондензата, който е охладен под температурата на парата и да образува въглена киселина. Последната е силно разяждаща и причинява корозия в тръбопроводите и топлообменните съоръжения. Вж. фиг.7-2. Ако кислород проникне в системата, той може да предизвика точкова корозия

на чугунените и стоманени повърхности. Вж. фиг.7-3.

ЕЛИМИНИРАНЕ НА НЕЖЕЛАНИТЕ ЕФЕКТИ

От съществена важност е кондензатът, въздухът и CO_2 да бъдат отстранени максимално бързо и изцяло. Това се прави с кондензатоотделител, който е просто един автоматичен вентил. Той се отваря за кондензата, въздуха и CO_2 и се затваря за парата. По икономически причини кондензатоотделителят би трябвало да изпълнява тази функция дълъг период от време и при минимални изисквания за поддръжка.

Фиг.6-1. Камера, съдържаща пара и въздух доставя само топлината на парциалното налягане на парата, не на пълното налягане.



Парна камера 100% пара
Пълно (общо) налягане 10 Bar
Налягане на парата 10 Bar
Температура на парата 180°C



Парна камера 90% пара и 10% въздух
Пълно (общо) налягане 10 Bar
Налягане на парата 9 Bar
Температура на парата 175.4°C

Номограма 6-1. СМЕС ПАРА-ВЪЗДУХ

Намаление на температурата, предизвикано от различни проценти съдържание на въздух при различни налягания. Тази номограма определя процента въздух при известни налягане и температура чрез определяне точката на пресичане между налягане, температура и процент на въздух (по обем). Като пример е прието системно налягане 9 Bar с температура при топлообменника 160°C. От номограмата е определено, че съдържанието на въздух в парата е 30% (обемни).

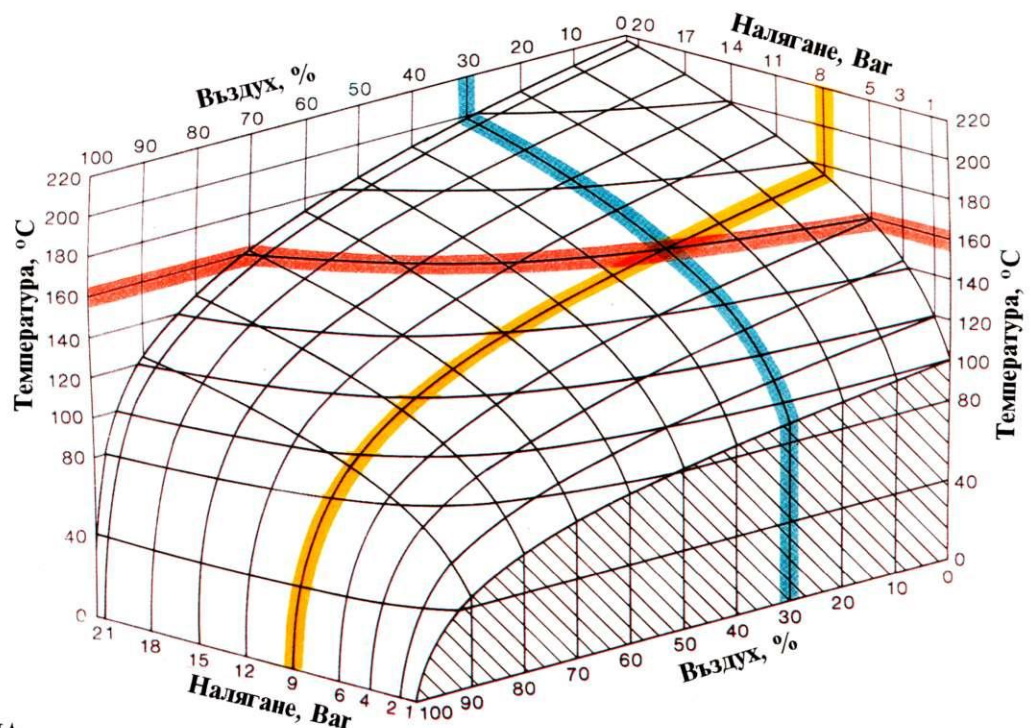


Таблица 6-1 НАМАЛЕНИЕ НА
ТЕМПЕРАТУРАТА ПРЕДИЗВИКАНО
ОТ ПРИСЪСТВИЕ НА ВЪЗДУХ

Налягане	Температура на наситената пара	Температура на паро-въздушната смес (% въздух)		
Bar	°C	10%	20%	30%
2	120.2	116.7	113.0	110.0
4	143.6	140.0	135.5	131.1
6	158.8	154.5	150.3	145.1
8	170.4	165.9	161.3	155.9
10	179.9	175.4	170.4	165.0

КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛЯТ... КАКВО ТРЯБВА ДА ПРАВИ

Работата на кондензатоотделителя е да извежда кондензата, въздуха и CO_2 във от нагриваното с пара съоръжение веднага след образуването им или на- трупването им. Освен това, с оглед на общия КПД и икономичност, конден- затоотделителят трябва да осигурява:

1. Минимални загуби на пара. Табли- ца 7-1 показва колко скъпа може да бъде липсата на грижи и внимание към пропуските на пара.

2. Дълъг живот и надеждно обслуж- вание Бързото износване на части до- вежда много скоро кондензатоотдели- теля до състояние, в което е ненадеж- ден. Обратното - ефективният конден- затоотделител пести пари чрез мини- мизиране на необходимите изпитания, поправки, почистване и принудителен престой.

3. Устойчивост на корозия. Работните части на кондензатоотделителя трябва да бъдат корозионноустойчиви за да противодействат на разрушителните свойства на кондензата.

4. Отстраняване на въздуха. Въздухът може да присъства в парната система както при пускане, така и по всяко друго време и трябва да бъде отстранен за да има ефективен топлообмен.

5. Отстраняване на CO_2 при темпера- тура на парата. Когато CO_2 се вентили- ра и системата се дренира при температура на парата, в топло- обменните съоръжения не се образува корозионно действащата въглена киселина.

6. Работа при противоналягане. Въз- можността за противоналягане във връщащите линии винаги съществува. Кондензатоотделителят трябва да е в състояние да работи при действител- ното противоналягане във връщащите линии.

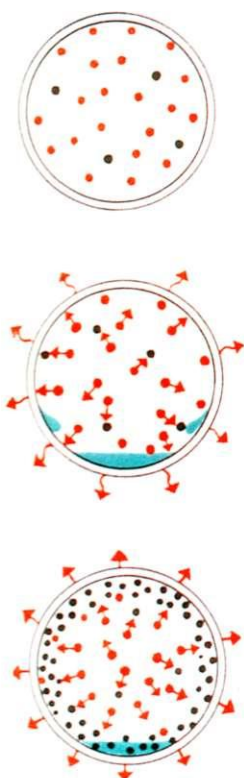
7. Независимост по отношение на за- мърсяване. Кондензатът вероятно ще носи замърсявания и накип по тръбо- проводите. Кондензатоотделителят трябва да е в състояние да работи при наличието им или трябва да се пред- видят филтри точно преди него.

Кондензатоотделител, който не притежава всички изброени дотук желани работни характеристики и проектни свойства ще намали КПД на системата и ще увеличи разходите. Кондензатоотделител, който отговаря на всички изброени изисквания е основен фактор за постигане на:

1. Бързо нагриване на топлообменните съоръжения
2. Работа на оборудването при максимална температура
3. Максимален капацитет на оборудването
4. Максимална икономия на гориво
5. Намален дял на вложен труд в единица крайна продукция
6. Минимални изисквания към поддръжката и дълъг безотказен експлоатационен период на кондензатоотделителя.

Понякога определено приложение може да изисква по-малко ефективен кондензатоотделител, но в преоблада- ващата част от случаите най-добри резултати ще се получат чрез избор на кондензатоотделител, който отговаря на тези основни изисквания.

■ Кондензат ■ Пара
■ Въздух



Фиг.7-1. Кондензиращата в топлообменното съоръжение пара движи въздуха към топлообменната повърхност, където той се събира и създава ефективен изолационен слой.



Фиг.7-2. CO_2 се съединява с кондензат, охладил се под температурата на парата и формира въглена киселина, която предизвиква корозия на тръбопроводите и топлообменните съоръжения. Обърнете внимание на набраздената от разяждане повърхност на показаната тръба.



Фиг.7-3. Кислородът в системата ускорява корозията на тръбите предизвиквайки точкова корозия, както показаната тук

Таблица 7-1. Загуби на пара през различни размери дюзи при 7 Bar.

Размер на отвора (инч)	Месечна загуба на пара в kg
1/2	379.500
7/16	289.500
3/8	213.600
5/16	147.700
1/4	95.400
3/16	53.200
1/8	23.800

КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ С ИНВЕРСНО БУТАЛО (ИБ)

Кондензатоотделителят с инверсно потопено бутало, производство на Armstrong е механичен кондензатоотделител, чиято работа се базира на разликата в плътностите на парата и водата. Вж. фиг.8-1. Парата, влизаща в инверсното потопено бутало го принуждава да изплува и затвори клапана, през който се отстранява кондензатът. Влизащият в кондензатоотделителя кондензат превръща буталото в тежест, която потъва и отваря клапана за да се изхвърли кондензата. За разлика от другите механични кондензатоотделители, тук въздухът и въглеродният двуокис се освобождават непрекъснато при температура на насищане.

Този прост принцип на отделяне на кондензата е въведен от Armstrong в 1911г. В сега произвежданите от фирмата кондензатоотделители, този потвърден от времето принцип е "наследник" на усъвършенстването на материали и технологии за производство, продължило над 75 години. Резултатът е кондензатоотделител, който (ние искрено вярваме в това), няма равен по КПД на работа, надеждност и дълготрайност.

Свободно-плуващ механизъм без триене

Ядрото на кондензатоотделителя на Armstrong е неговият уникален лостов механизъм, който умножава силата, създадена от буталото за отваряне на клапана срещу налягането. Няма фиксирани точки и оси на въртене, които да се износват или да създават триене. Той е проектиран да отвори дюзата за изхвърляне на кондензата за максимален капацитет. Потенциалните точки на износване са подсилени с цел дълъг експлоатационен срок.

Използването на различно лостово отношение за всеки размер дюза, прави възможно максималното отваряне на дюзата при всяко налягане. Резултатът е кондензатоотделител с голям капацитет при малки габарити.

Дълъг експлоатационен срок на частите

С изключение на конструкциите на леглото на клапана за 100 и 160 Bar, механизмите в кондензатоотделителите на Armstrong за ниско и средно налягане са идентични като дизайн, изработка и материали с тези на кондензатоотделителите за температура 550°C, 187 Bar. Клапанът и леглото са от хромова закалена и шлифувана стомана. Всички останали работни части са от износоустойчива и корозионноустойчива стомана.

Простота

Има само две движещи се части - буталото и лостовият механизъм за клапана. Няма фиксирани оси на въртене, нито сложни връзки, нищо, което да се лепи, връзва, замърсява и задръства.

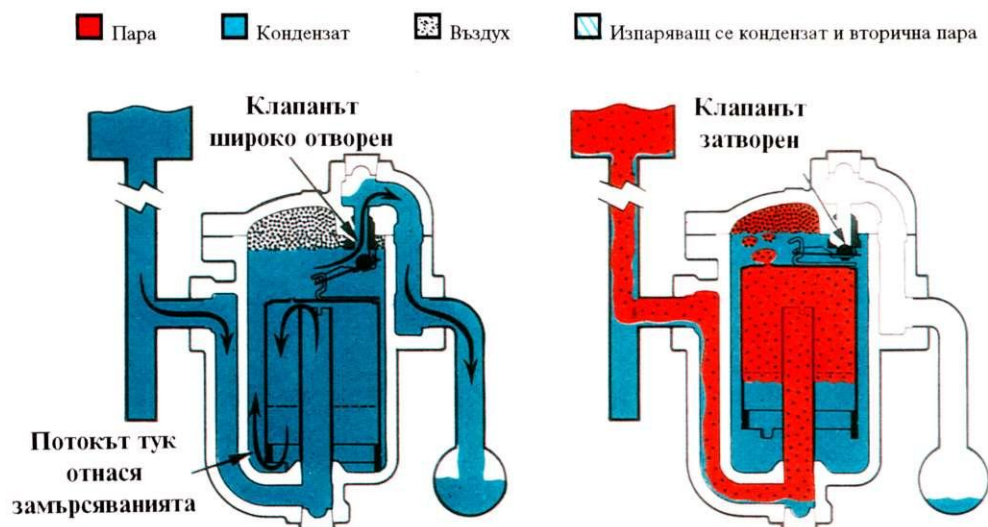
Лесен за проверка и поддържане

За типове, които подлежат на ремонт трябва просто да се махне капакът и извади навън целият механизъм. Не е необходимо да се демонтира тялото, пълно с гореща вода.

Работа при високо противоналягане

Високото налягане в кондензатопровода се отразява на силата, необходима да отвори клапана на кондензатоотделителя по същия начин, както понижаването налягане. С приближаване стойностите на противоналягането и това на входа, изхвърлянето на кондензат става непрекъснато, точно както при много ниски разлики в наляганята. При кондензатоотделителите с инверсно бутало противоналягането няма друг неблагоприятен ефект, освен намаляване на капацитета, поради малката разлика в наляганята. Кондензатоотделителят няма да откаже да затвори и няма да пропусне прясна пара, поради високо противоналягане.

Фигура. 8-1. НАЧИН НА ДЕЙСТВИЕ НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ С ИНВЕРСНО БУТАЛО ПРИ НАЛЯГАНИЯ БЛИЗКИ ДО МАКСИМАЛНИ



1. Кондензатоотделителят е инсталиран в дренажната линия между нагряваната с пара единица и кондензатния резервоар за връщане на кондензат. При пускане, буталото е в долно положение и клапанът е широко отворен. С началното навлизане на кондензата в кондензатоотделителя и протичането му под долната част на буталото, той напълва тялото на кондензатоотделителя и напълно потопява буталото. Тогава кондензатът се излива през широко отворения клапан към кондензатния резервоар.

2. Парата също влиза в кондензатоотделителя под долния край на буталото, след което се издига и събира под горната му част, предавайки подемна сила. Тогава буталото се издига и повдига клапана към леглото, докато затвори плътно. Въздух и въглероден двуокис минават непрекъснато през буталния обезвъздушителен отвор и се събират в горната част на кондензатоотделителя. Всичката пара, преминаваща през отвора, кондензира вследствие на лъчист топлообмен от кондензатоотделителя.

Типове кондензатоотделители с инверсно бутало, производство на Armstrong, удовлетворяващи различни специфични изисквания

Наличието на кондензатоотделители с инверсно бутало с различни материали на корпуса, конфигурации за свързване към тръбопровода и други вариращи параметри, позволява гъвкавост при правилния избор на кондензатоотделител за нестандартни приложения. Вж. Таблица 9-1.

1. Кондензатоотделители от неръждаема стомана. Уплътнен, защитен срещу некомпетентно използване

корпус от неръждаема стомана, прави тези кондензатоотделители способни да издържат на замръзвания без да се повредят. Може да се монтират на пароспътникови линии и за други приложения при опасност от замръзване. По-високите проектни лимитиращи характеристики позволяват използването им при по-висока температура и налягане (до 32 Bar и 427°C), в сравнение със съответните модели с чугунени корпуси.

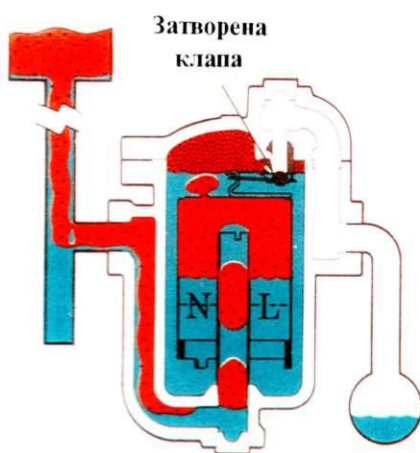
2. Кондензатоотделители от чугун. Стандартни кондензатоотделители с инверсно бутало за обща употреба при

налягания до 19 Bar и температура до 232°C. Предлагат се за хоризонтално монтиране (странични присъединителни отвори) и за вертикално (вход отдолу - изход отгоре). Налягането (до 19 Bar) и температурата ще варират в отделните страни в зависимост от конкретните стандарти за чугун.

3. Кондензатоотделители от кована стомана. Стандартни кондензатоотделители с инверсно бутало за употреба при високи налягания и температури (включително и прегрята пара) до 187 Bar при 550°C.

Таблица 9-1. ТИПИЧНИ КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ ЗА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ С ИНВЕРСНО БУТАЛО

	Чугун	Неръждаема стомана	Лята стомана	Кована стомана
Размер инч	1/2"-2"	1/2"-1"	1/2"-1"	1/2"-2"
Размер mm	15-50	15-25	15-25	15-50
Тип на връзките	Резбови Фланцови	Резбови, Контактнo заваряване, Пресоване	Резбови, Контактнo заваряване, Фланцови	Резбови, Контактнo заваряване, Фланцови
Работно налягане Bar	0 до 19	0 до 32	0 до 42	0 до 187
Пропускателна способност (капацитет) kg/h	до 10000	до 2000	до 2000	до 8700



3. Когато нивото на кондензата стигне малко над неутралната линия, буталото започва да упражнява сила на теглене върху лоста. Колкото повече нивото на кондензата се издига, толкова по-голяма е приложената сила, докато стане достатъчна за да отвори клапана, преодолявайки разликата в наляганията на парата и кондензатния колектор.

4. Когато кондензатът достигне нивото на отваряне, механичната лостова сила, формирана от тежестта на буталото и лоста превишава налягането, притискащо клапана към леглото. Тогава буталото потъва и отваря клапана. Първо се освобождава натрупаният въздух, а след него и кондензатът. Изхвърлянето продължава докато под буталото влезе достатъчно пара за да изплува то и цикълът продължава.

ПОПЛАВЪКОВО ТЕРМОСТАТИЧЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

Поплавъково-термостатичният кондензатоотделител (П&Т - поплавъков кондензатоотделител с термостатичен обезвъздушител) се използва най-често за случаи, при които дрениранията система работи при променливо налягане на парата. Това означава, че налягането в дренирания топлообменен апарат може да варира от максималното (при което се доставя парата) до вакуум при определени ситуации. Така, при условия на нулево налягане е налична само силата на гравитацията за да изтласка кондензата през кондензатоотделителя. Освен това, дренването се усложнява още повече от факта, че при тези условия на ниско налягане на парата е възможно освобождаване на значително количество въздух. С ефективната си работа П&Т кондензатоотделителят отговаря на тези специфични изисквания.

Принцип на действие на П&Т

Поплавъковият кондензатоотделител осигурява незабавно отделяне и изхвърляне на кондензата, а вграденият термостатичен обезвъздушител се грижи за вентилирането на некондензируемите компоненти, вж. фиг.10-1. Действието на кондензатоотделителя е много просто и при това изключително ефективно. Сферичен поплавок е свързан чрез лост към клапана и леглото. След като веднъж кондензатът достигне определено ниво в кондензатоотделителя, поплавокът започва да се издига. Това отваря дюзата и кондензатът се изхвърля, докато поплавокът падне надолу, клапанът застане стегнато в леглото и затвори плътно изходното сечение на дюзата. Поплавокът е позициониран над дюзата, така че кондензатът образува водно уплътнение, което елиминира загубите

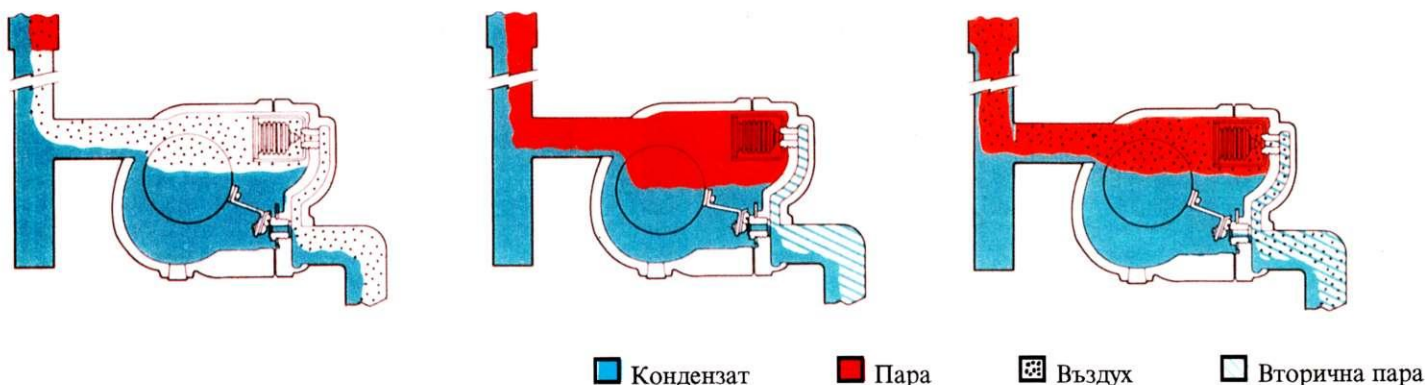
на първична пара. Тъй като няма флуктуации в налягането, вследствие периодичен режим на работа, кондензатът се разрежда при постоянна температура. В капака на кондензатоотделителя има термостатичен обезвъздушител, който освобождава всички натрупал се въздух и некондензиращи газове, веднага след влизането им в кондензатоотделителя и така създава условия за максимално дренване на кондензата. Термостатичният обезвъздушител реагира на температура и ще отвори при температура няколко градуса под тази на насищане. Следователно, този тип кондензатоотделител обработва голямо количество въздух поради отделния, специален вентилационен отвор, но при леко понижена температура.

Таблица 10-1. ТИПИЧНИ КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ ЗА ПОПЛАВЪКОВО-ТЕРМОСТАТИЧЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

	Чугун	Лята стомана
Размер инч	3/4"-3"	2"-3"
Размер mm	20-80	50-80
Тип на връзките	Резбови или фланцови	Разбови, контактено заваряване, фланцови
Работно налягане Bar	0 до 19	0 до 32
Пропускателна способност (капацитет) kg/h	до 92300	до 127000

Фиг.10-1. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ПОПЛАВЪКОВО-ТЕРМОСТАТИЧЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

(Посочените схеми не показват действителната конфигурация на този тип кондензатоотделител.)



1. При пускане, главният задвижван от поплавка клапан на кондензатоотделителя е нормално затворен. Системното налягане изтласква въздуха през отворения термостатичен обезвъздушител. Когато кондензатът достигне кондензатоотделителя (горе на фигурата), поплавокът отваря главния клапан за да позволи изтичане на кондензата. Останалият въздух продължава да се освобождава през отворения вентилационен отвор.

2. Когато пара достигне до кондензатоотделителя, термостатичният обезвъздушител затваря като реакция на по-високата температура. Кондензатът продължава да преминава през отворения главен клапан, който е позициониран от поплавка така, че дебитът на изтичащия кондензат да е равен на този на влизащия в кондензатоотделителя.

3. Въздух от системата започва да се събира в горната част на кондензатоотделителя. Когато температурата на въздуха падне няколко градуса под температурата на наситената пара при съществуващото налягане, термостатичният обезвъздушител с баланс на налягането отваря вентилационния отвор и освобождава въздуха.

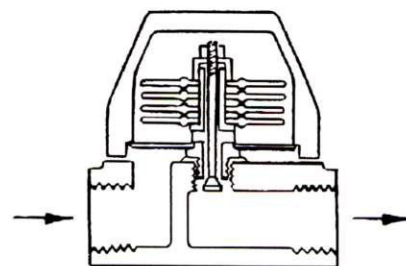
БИМЕТАЛЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

Биметалните кондензатоотделители използват клапан, чието действие се основава на работата на биметални елементи. В конструкцията на елементите са включени два метала с различни коефициенти на топлинно разширение, които при нагряване променят формата си.

Производителите на биметални кондензатоотделители използват различни конфигурации и конструкции. Известно е, че каквато и да е конфигурацията на устройството, то реагира на образуването на кондензат след изтичане на определен период от време. Повечето устройства от този тип са конструирани така, че може да се използват при всякакви налягания, въпреки че по-голяма част от тях изисква настройка по отношение на работните температура и налягане.

Тъй като този тип не е в производствената програма на Armstrong, той няма да бъде дискутиран в приложната част на наръчника.

Фиг.11-1. БИМЕТАЛЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ



ТЕРМОДИНАМИЧЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

Термодинамичният кондензатоотделител е много лек и компактен и затова се използва много в приложения, при които пространството за разполагане на устройството е ограничено. Той съдържа само една движеща се част - подвижен диск.

Освен простота и малки размери, термодинамичният кондензатоотделител има и други предимства: устойчивост на хидравлични удари, пълно отделяне на кондензата, когато е отворен и периодичен режим на работа за стабилно отводняване на системата.

Таблица 11-1. ТИПИЧНИ КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ ЗА ТЕРМОДИНАМИЧНИ КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ

	Стомана
Размер инч	3/8"-1"
Размер mm	10-25
Тип на връзките	Резбови, контактно заваряване фланцови
Работно налягане Bar	1.75 до 41
Пропускателна способност- (капацитет) kg/h	до 1200

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕЙСТВИЕ НА ТЕРМОДИНАМИЧНИТЕ КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ

Фиг.11-2 Кондензат и въздух влизат в кондензатоотделителя, преминават през нагряващата камера (тялото), около управляващата камера и през входната дюза. Това течение повдига диска от входната дюза и кондензатният поток се насочва през изходния пасаж. Когато пара достигне диска, повишената скорост на течението край лицевата страна на диска намалява налягането в тази точка и повишава налягането в контролната камера и дискът затваря дюзата. Управлявано (планово) изтичане на пара от управляващата камера предизвиква отваряне на кондензатоотделителя. Ако има кондензат, той ще бъде отделен. Кондензатоотделителят затваря отново при наличие на пара и продължава да работи в цикъл.



ТЕРМОСТАТИЧЕН КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

Термостатичният кондензатоотделител от мембранен тип, производство на Armstrong, има уплътнено тяло от неръждаема стомана, което е леко, компактно и високоустойчиво на корозия. Конструкцията е блокова (детайлите са монтирани в общ корпус) - клетката, силфонната мембрана, клапанът и леглото са обединени в прецизно настроен уред, който осигурява принудително отваряне и затваряне при температура малко по-ниска от тази на насищане. Термостатичният кондензатоотделител на Armstrong е изработен от неръждаема стомана и има уникална конструкция, която го прави по-малък и много по-лек от аналогичните чугунени, месингови или стоманени модели, производство на други фирми.

Начин на действие

Действието на силфонната мембрана в термостатичните кондензатоотделители се предизвиква от налягането на парата и температурата на протичащия през уреда кондензат. Когато кондензатът е с температура близка до тази на насищане, парното налягане вътре в силфонната тръбичка я кара да се разшири и плътно да затвори дюзата. С връщането на кондензата в

охлаждащия ръкав, температурата започва да пада, мембраната се свива и отваря дюзата, позволявайки отделенето на кондензата, въздуха и некондензируемите съставки.

Мембраната е частично напълнена с течност (обикновено дестилирана вода, която гарантира действие при температури много близки до температурата на насищане и следва кривата на температурата на насищане. При правилно инсталиране, термостатичният кондензатоотделител изхвърля всички кондензат, което е сигурна защита срещу замръзване.

Термостатичните кондензатоотделители могат също да се използват за вентилиране на въздуха от парните системи. Когато въздухът се събира, температурата пада и термостатичният обезвъздушител автоматично освобождава въздуха при температура малко под тази на насищане за целия обхват от номинални налягания.

Има друг тип термостатичен кондензатоотделител, наречен биметален. Този тип регистрира спадането на температурата на кондензата, но няма възможност да компенсира по отноше-

ние на температура и налягане. Той работи само при определена температурна разлика.

Как работи термостатичният кондензатоотделител

1. При пускане парата тласка кондензат и въздух директно през кондензатоотделителя. Термостатичният работен елемент (силфонната мембрана) е напълно свит и клапанът остава широко отворен, докато парата приближава кондензатоотделителя. Вж. фиг.12-1.

2. С повишаване на температурата в кондензатоотделителя, заредената силфонна мембрана се нагрява, и налягането на парата вътре в нея се повишава. Когато налягането вътре в мембраната и системното налягане в кондензатоотделителя се уравнишат, пружинният ефект на мембраната кара елемента да се разшири и да затвори клапана. Вж. фиг.12-2.

Когато температурата в кондензатоотделителя спадне с няколко градуса под тази на насищане, неуравновесеното налягане свива мембраната и отваря клапана.

Фиг.12-1

Фиг.12-2

■ Пар
■ Кондензат

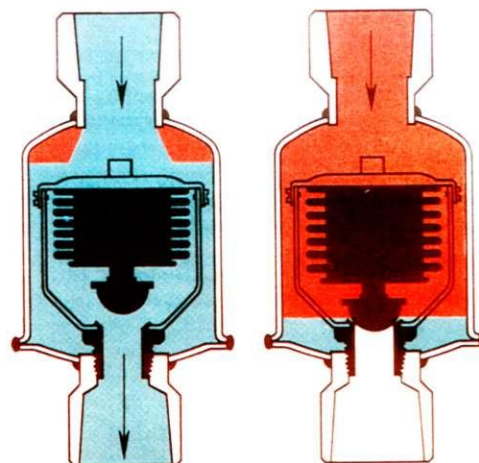


Таблица 12-1. ТИПИЧНИ ПРОЕКТНИ ПАРАМЕТРИ ЗА ТЕРМОСТАТИЧНИ КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ

	Неръждаема стомана
Размер инч	1/2"-3/4"
Размер mm	15-20
Тип на връзките	Резбови
Работно налягане Bar	0 до 22
Пропускателна способност (капацитет), kg/h	до 1565

АВТОМАТИЧЕН ДИФЕРЕНЦИАЛЕН КОНДЕНЗАТЕН РЕГУЛАТОР

Автоматичните диференциални кондензатни регулатори (ДКР) на Armstrong са проектирани специално за случаите, когато кондензатът трябва да бъде изгласан нагоре от точката на дренране или при гравитационно дренране, където повишената скорост ще бъде в помощ на дренрането. При такива условия, често определяни като сифонно дренране, намалението на налягането, възникващо при изгласване на кондензата, води до изпаряване и образуване на вторична пара. Обикновените кондензатотделители, неспособни да различат прясната пара от вторичната, затварят и възпрепятствуват дренрането на отводняваното устройство.

Повишена скорост с гравитационно дренране подпомага отвеждането на кондензата и въздуха към ДКР. Това повишаване на скоростта е предизвикано от вътрешна обходна линия (байпас), управлявана от ръчно настройван дозираш вентил, така че кондензатният регулатор автоматично отвежда вторичната пара към линията за връщане на кондензата или друг топлообменник, преди тя да може да наруши ефикасното дренране на кондензат от отводняваното устройство. Съображенията, относно избора на пропускателната способност за дренране на сифонно отводняваните устройства варират в широки граници, в зависимост от конкретните приложения, обаче за повечето инсталации един кондензатен регулатор ще осигури достатъчна пропускателна способност.

Начин на действие на кондензатния регулатор

Кондензат, въздух и пара (прясна и вторична) влизат през входа на регулатора, където вторичната пара и въздухът се отделят автоматично от кондензата. След това те се отклоняват през вътрешна обходна (байпасна) линия, при контролиран дебит. Вж. фиг. 13-1.

Клапанът е настроен да пропуска количеството пара, генерирана като вторична, при работа с пълен капацитет или да отговаря на изискванията за скоростта в системата. Кондензатът се отделя през отделен отвор, контролиран от инверсното бутало.

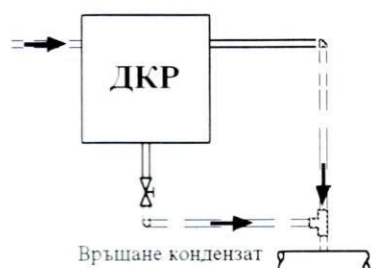
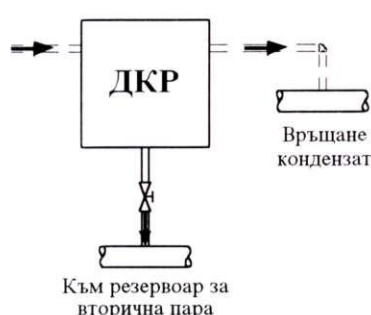
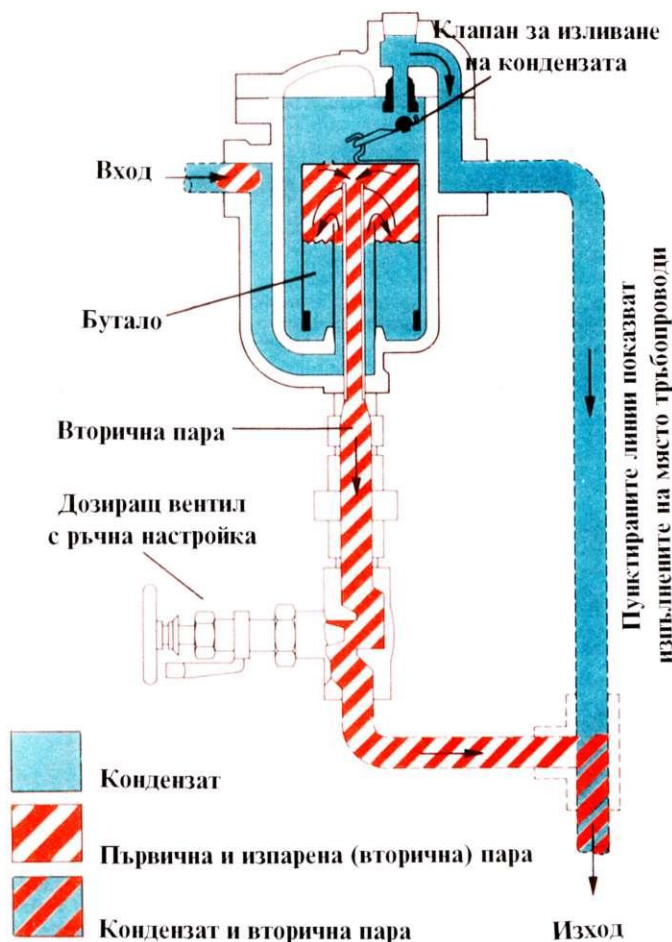


Таблица 13-1. ТИПИЧНИ КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ ЗА АВТОМАТИЧЕН ДИФЕРЕНЦИАЛЕН КОНДЕНЗАТЕН РЕГУЛАТОР

	Чугун	Стомана
Размер инч	1/2"-2"	3"
Размер mm	15-50	80
Тип на връзките	Резбови, Фланцови	Резбови, Фланцови
Работно налягане Bar	0 до 19	0 до 10
Пропускателна способност (капацитет) kg/h	до 10000	до 25000

Фиг. 13-1



ИЗБОР НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ

За да се извлече максимална полза от описаните в предишната част кондензатоотделители, те трябва да бъдат правилно оразмерени и подбрани според налягането за конкретното приложение и след това да бъдат правилно монтирани и поддържани.

Основни съображения

Дрениране на съоръжение е използването на отделен кондензатоотделител за всяка парокондензираща единица включително, когато е възможно, на всяка отделна камера или серпентина в една машина. "Защо" това се прави така е обяснено в частта "Съединение на късо".

Разчитайте на опита. Повечето кондензатоотделители са избрани на базата на натрупан опит. Това може да е:

- Опитът на персонала
- Опитът на вашия представител или дистрибутор на Armstrong
- Опитът относно дренирането на идентични съоръжения, натрупан от други потребители и специалисти.

Да оразмерите сами е нещо, което се налага понякога. За щастие оразмеряването на кондензатоотделителите е просто, когато са известни или могат да се оценят следните величини:

1. Кондензатен товар в kg/h
2. Коефициент на сигурност
3. Разлика в наляганията
4. Максимално допустимо налягане

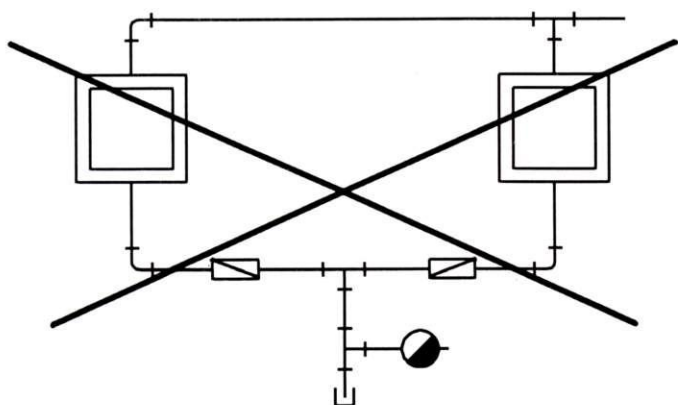
1. Кондензатен товар. Всяка част "Как да се дренира ..." в този наръчник, съдържа формули и полезна информация за количеството образуван кондензат и за процедурата на правилното оразмеряване.

2. Коефициент на сигурност. Да разгледаме нагрявано с пара съоръжение, което дава кондензат 300 kg/h. Да приемем, че от опит при експлоатацията е установено, че при кондензатоотделител с капацитет 900 kg/h съоръжението работи по-добре и с по-висока производителност отколкото при кондензатоотделител с капацитет 600 kg/h. За тази конкретна машина,

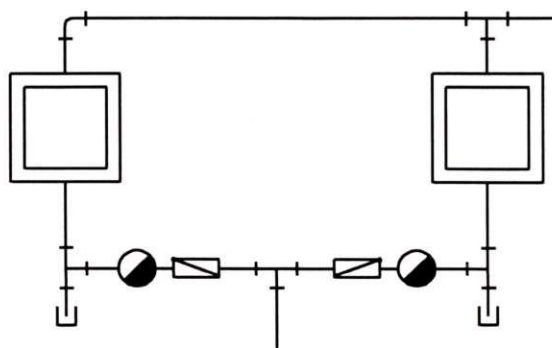
коефициентът на сигурност, който осигурява най-добри експлоатационни характеристики е 3:1.

"Свързване на късо"

Ако от един кондензатоотделител се очаква да обработва повече от една дрениращи точки, кондензатът и въздухът от едно или повече съоръжения може да не достигнат до кондензатоотделителя. Всяка разлика в дебитите на образувания кондензат ще резултира в разлика в пада на налягане на парата за различните съоръжения. Дори когато тази разлика е твърде малка за да бъде регистрирана от измерителните уреди, тя е достатъчна да позволи на парата от страната на съоръжението с по-високо налягане да блокира пътя на потока въздух или кондензат от съоръжението с по-ниско налягане. Резултатът е намалени нагряване и производителност и загуба на гориво. Вж. фиг.14-1 и 14-2.

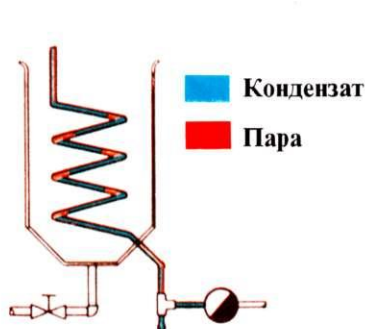


Фиг.14-1. Дренирането на две нагрявани с пара съоръжения от един кондензатоотделител може да доведе до шунтиране ("свързване на късо") на едното от тях (т.е. то няма да бъде дренирано).

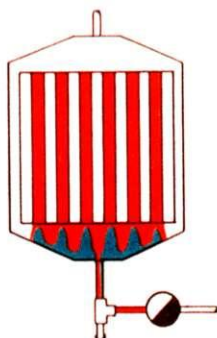


Фиг.14-2. Ако всяко съоръжение се дренира от отделен кондензатоотделител, явлението "свързване на късо" (шунтиране) е невъзможно и така се осигурява по-висок КПД.

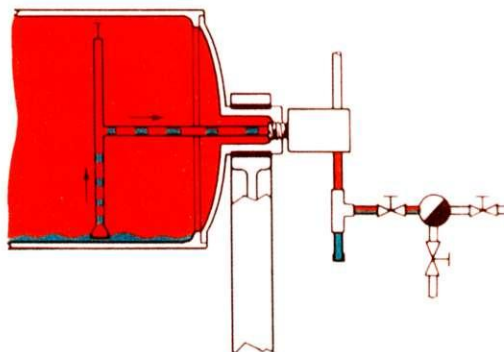
Еднаква скорост на образуване на кондензат, еднакви налягания с различни коефициенти на сигурност.



Фиг.14-3. Непрекъсната медна единична серпентина, гравитационен поток към кондензатоотделителя при постоянно налягане. 300 kg/h кондензат при 3 Bar. Гравитационно дрениране към кондензатоотделител. Обемът на парното пространство е много малък. Коефициент на сигурност 2:1



Фиг.14-4. Сноп тръби, гравитационен поток към кондензатоотделителя при променливо налягане. 300 kg/h кондензат от нагревателя на съоръжението при 3 Bar. Снопът от тръби създава малък риск за възникване "свързване на късо". Използван коефициент на сигурност 3:1 при 0,16 Bar.

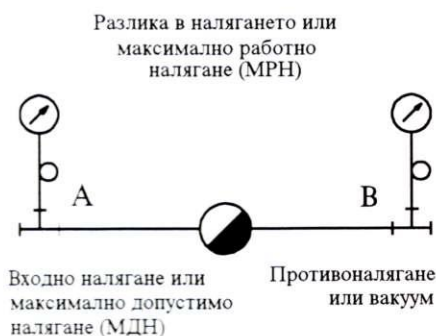


Фиг.14-5. Голям цилиндър, сифонно дрениране. 300 kg/h от 1200 mm диаметър. Сушилня цилиндър, дълъг 2500 mm с вместимост 2.8 m³ при налягане 3 Bar. Коефициент на сигурност 3:1 с ДКР (диференциален кондензатен регулатор) и 8:1 с кондензатоотделител с инверсно бутало (ИБ).

Коефициентите на сигурност ще варират в границите от 2:1 до 10:1. Коефициентите на сигурност препоръчвани в тази книга са на база на експлоатационния опит. Кондензатоотделител с пропускателна способност 300 kg/h едва ли би бил достатъчен за серпентина с капацитет 300 kg/h при 7 Bar пад на налягането. Образуваният кондензат може да бъде над 300 kg/h или падът на налягане да е по-малък. Необходимо е кондензатоотделител с по-голяма пропускателна способност, което увеличава съвсем малко цената.

Конфигурацията влияе на коефициента на сигурност - По-важна от обикновения товар и измененията в налягането е конструкцията на нагряваното с пара съоръжение. Пример са фигурите 14-3, 14-4 и 14-5, показващи три съоръжения, всяко генериращо 300 kg кондензат на час, но с коефициенти на сигурност 2:1, 3:1 и 8:1.

3. Разлика в налягането. *Максимална разлика* е разликата между налягането в котела или в паропровода или налягането по направление на потока на предпазния клапан и налягането във връщащата линия. Вж. фиг.15-1. Кондензатоотделителят трябва да е в състояние да отвори като преодолее разликата в наляганенията. **ЗАБЕЛЕЖКА:** Поради изпаряващия се кондензат във връщащите линии, не приемайте намаляване на разликата в наляганията, дължаща се на статичен напор при изтласкване нагоре.



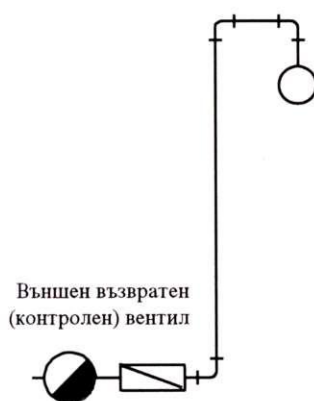
Фиг.15-1. Наляганията в точките "А" и "Б" определят разликата в налягането. Ако "Б" е противоналягане, то се изважда от "А". Ако "Б" е вакуум, то се прибавя към "А"

Работна разлика. Когато инсталацията работи с пълен капацитет, налягането на парата на входа на кондензатоотделителя може да е по-ниско от налягането в парната магистрала, а налягането в колектора за връщане на кондензат може да е над атмосферното.

Ако работната разлика в наляганията е поне 80% от максималната, добре и сигурно е при избора на кондензатоотделител да се използва максималната разлика в наляганията.

Модулирано управление на подаването на пара предизвиква големи изменения в разликата в наляганията. Налягането в дренажното съоръжение може да падне до или под атмосферното. Това няма да попречи на дренажното на кондензата, ако са следвани основните положения и насоките дадени в тази книга.

4. Максимално допустимо налягане. Кондензатоотделителят трябва да издържа на максималното допустимо налягане на системата или на проектното налягане. Може да не се наложи работа при тези условия, но той трябва да е способен да ги понесе. Например, максималното входно налягане е 26 Bar, а налягането във връщащата линия е 11 Bar. Това резултира в разлика на налягането от 15 Bar, но кондензатоотделителят трябва да може да издържа на налягане 26 Bar - максималното допустимо налягане. Вж.фиг.15-1.



Фиг.15-2. Когато клапанът на кондензатоотделителя отваря, налягането на парата ще изтласка кондензат. Всеки 1 m преодоляна височина намалява разликата в налягането с 0.1 Bar.

ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ НА РАЗЛИКАТА В НАЛЯГАНИЯТА

Подробно за разликата в наляганията

Входно налягане може да бъде:

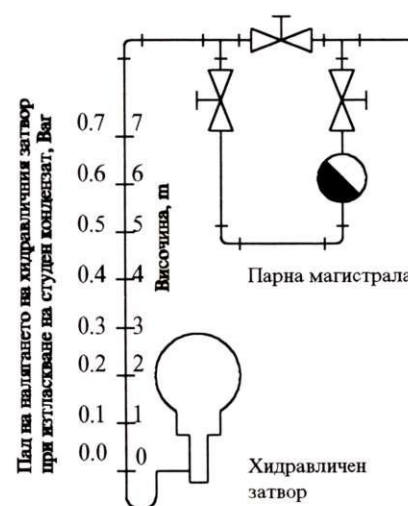
1. *Налягането на котела или налягането на парната магистрала.*
2. *Редуцирано налягане, контролирано от редуцирвентили.*

Отделянето на кондензата (изхвърлянето) може да става при:

1. *Атмосферно налягане*
2. *Под атмосферно налягане - вакуум.* Добавете подналягането (вакуума) към входното налягане за да получите разликата в налягането.
3. *Над атмосферно налягане поради:*
 - а. хидравличното съпротивление на тръбите
 - б. управлявано противоналягане с предпазния вентил на резервоара или с диференциален клапан.
 - в. изтласкване на кондензата нагоре. Всеки 1 m изтласкване нагоре намалява разликата в налягането с 0.1 Bar, когато се отделя само кондензат. При наличие и на вторична пара, обаче, статичният напор може да бъде намален до нула. Вж. фиг.15-2.

Сифонно дренаже

Вж. фиг.15-3. Всеки 1 m повдигане в сифонната тръба намалява разликата в налягането с 0.1 Bar.



Фиг.15-3. Кондензат от гравитационно дренажна точка се изтласква към кондензатоотделителя чрез сифон. Всеки преодолян метър височина намалява разликата в налягането с 0.1 Bar. Забележете хидравличния затвор в долната точка и вътрешния възвратен клапан, предназначени да предотвратят обратен поток.

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ ПАРОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Пароразпределителните системи осъществяват жизнената връзка между котлите и множеството съоръжения ползващи пара. Те са средството, чрез което парата действително се предава към всички части на обекта, за да изпълни специфичните си функции.

Трите основни компоненти на пароразпределителните системи са колекторите на котлите, парните магистрали и паропроводите-разклонения. Всеки от тях отговаря на определени потребности на системата и заедно със сепараторите и кондензатоотделителите допринася за ефективното оползотворяване на парата. Обща за всички пароразпределителни системи е необходимостта от монтиране на дренажни устройства - кондензатоуловители на определени разстояния. Те се поставят за да:

1. Дадат възможност на кондензата да "избяга" с помощта на гравитацията от бързо движещата се пара.
2. Да се съхрани кондензатът, докато разликата в наляганията предизвика отделянето му чрез кондензатоотделителите.

КОЛЕКТОРИ НА КОТЛИТЕ

Колекторите на котлите са специализиран тип паропроводи, които могат да получават парата от един или повече котела. В повечето случаи това е хоризонтална линия, захранвана от горната

си страна, която на свой ред захранва парната магистрала. Много е важно котелният колектор да бъде дрениран правилно и така да се осигури почистване на парата от носените с нея твърди частици и вода от котлите, преди тя да постъпи в магистралния паропровод. Кондензатоотделителите, които обслужват колектора трябва да бъдат в състояние да отделят и изхвърлят голямо количество замърсявания веднага след появяването им. При избора на кондензатоотделител трябва да се отчита и устойчивостта му на хидравлични удари.

Избор на кондензатоотделител и коефициент на сигурност за колекторите на котлите

Фактически, за всички случаи на котелни колектори се препоръчва коефициент на сигурност 1.5:1. Необходимата пропускателна способност на кондензатоотделителя може да се получи като се използва формулата: $\text{Необходима пропуск. способност} = \text{Коефициент на сигурност} \times \text{Свързания към котлите товар} \times \text{Очаквания пренос на замърсявания и вода (обикн. 10\%)}$.

ПРИМЕР:

Какъв размер кондензатоотделител ще е необходим при товар 20000 kg/h при очакван пренос на замърсявания и вода 10%.

По формулата:

$\text{Пропускателна способност} =$

$$= 1.5 \times 20000 \times 0.10 = 3000 \text{ kg/h}$$

Способността да реагира незабавно на "ударните заряди" от кондензат, отличната устойчивост на хидравлични удари, способността да се справя със замърсяванията и ефективната работа при много ниски товари са характерни черти, които правят кондензатоотделителя с инверсно бутало (ИБ) най-подходящ за случая.

Монтаж

Ако течението на пара през котелния колектор е еднопосочно, един кондензатоотделител, монтиран в края през който потокът напуска колектора, е достатъчен. Ако захранването на колектора е от средна точка (фиг.16-1) или има подобно двупосочно изтичане на парата, всеки край на котелния колектор трябва да бъде дрениран.

ПАРНИ МАГИСТРАЛИ

Типичен случай на приложение за кондензатоотделителите са парните магистрали. Те трябва да бъдат поддържани чисти от въздух и кондензат за да осигуряват правилно функциониране на захранваните от тях съоръжения. Неправилно дренираните парни магистрали често водят до хидравлични удари и заряди (вълни) от кондензат, които могат да повредят регулиращите вентили и друго оборудване.

Фиг.16-1 КОТЕЛЕН КОЛЕКТОР

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор Кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Котелен колектор	ИБГО B,E,L,M,N,Q	*П&Т

* За прегрята пара използвайте винаги кондензатоотделител с ИБ и никога П&Т.

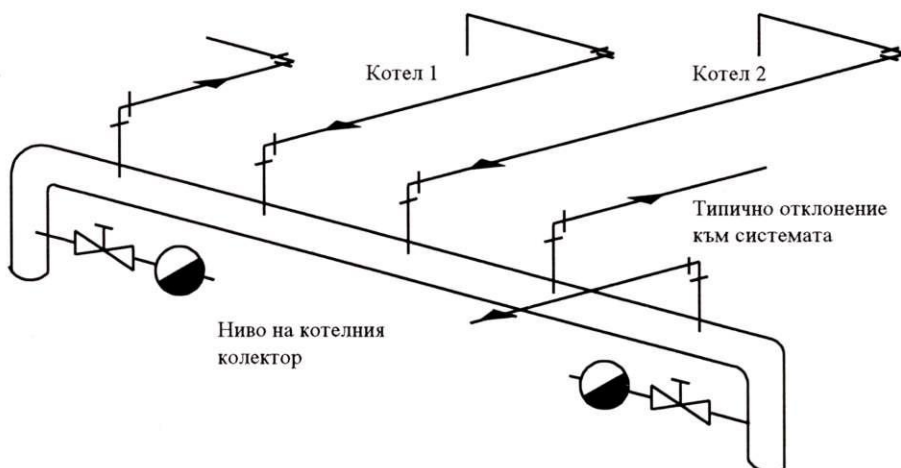


ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор, кодове на характеристиките и алтернативен избор	Налягане	
		0-3 Bar	Над 3 Bar.
Магистрали и паропроводни-отклонения, без опасност от замръзване	B,C,D,E,F,L,M,N,Q	*ИБ	*ИБ
	Алтернативен избор	П&Т	**П&Т
Магистрали и паропроводни отклонения, при опасност от замръзване	B,C,D,E,F,J,L,M,N,Q	*ИБ	*ИБ
	Алтернативен избор	Термостатичен или Тд	Термостатичен или Тд

* Да се осигури вътрешен възвратен вентил при колебания в налягането.

** Използвайте ИБГО в случаите, когато налягането или температурата са над допустимите за П&Т.

ЗАБЕЛЕЖКА: ПРИ ПРЕГРЯТА ПАРА ТРЯБВА ДА СЕ ИЗПОЛЗВАТ ИБГО.

Кондензатоуловител с диаметър: равен на колекторния за диаметри до 100 mm; равен на 1/2 от колекторния диаметър, но не по-малък от 100 mm, за диаметри над 100 mm.

Има два широко употребявани метода за подгриване на парни магистрали - под надзор и автоматично. Загриването под надзор е широко употребявано за начално загряване на дълги паропроводи с големи диаметри. Предлагащият начин е да се отворят напълно всички дренажни вентили на съоръженията, за свободно продухване към атмосферата преди парата да постъпи в паропровода. Тези вентили остават отворени докато по-голямата част от формирания по време на подгриването кондензат се изхвърли. Тогава кондензатоотделителите поемат работата по отводняването на линията при нормални експлоатационни условия. Подгриването на главните тръбопроводи в парна централа става по същата процедура.

Автоматичното подгриване става, когато котелът е запален, позволявайки тръбопроводите и част или цялото оборудване да достигнат работните стойности на налягането и температурата без ръчно управление или надзор.

ВНИМАНИЕ: Независимо от метода, подгриването трябва да бъде достатъчно плавно и да продължи достатъчно дълго във времето, за да се минимизират термичните напрежения и да се предпази системата от повреди.

Избор на кондензатоотделители и коефициент на сигурност за парни магистрали

Кондензатните товари за изолирани или неизолирани тръби, за автоматично или провеждано под надзор подгриване могат да се изчислят по следната формула:

$$Q_c = \frac{(W_p \cdot T_1) \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{r}$$

- Q_c Количество кондензат в kg
 W_p Тегло тръба в kg/m (вж.табл.17-1)
 T_1 Пълна дължина на паропровода
 c Специфична топлина на материала на тръбите в kcal/kg/°C (за стоманени - 0.125 kcal/kg/°C, за медни - 0.095 kcal/kg/°C)
 t_2 Крайна температура в °C
 t_1 Начална температура в °C
 r Скрита (латентна) топлина в kcal/kg (вж. Парни таблици - Колоната 6)

ЗАБЕЛЕЖКА: За бързи изчисления t_2 може да се приеме 0°C, а r да бъде фиксирана на 500 kcal/kg.

За бързо определяне на кондензатния товар през пусковия период на подгриване на парната магистрала използвайте табл.17-3. След като са намерени правилните стойности, те се умножават по 2 - препоръчан коефициент на сигурност за всички кондензатоотделители, монтирани между котлите и края на магистралата.

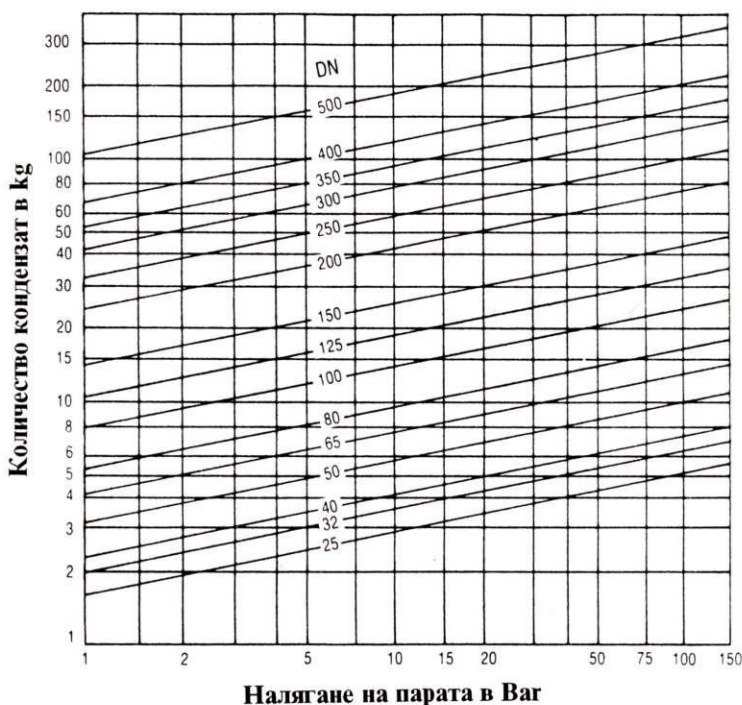
Таблица 17-1. Размери на тръбите за изчисление на загубите от излъчване

Тръба		Външен диаметър	Външна повърхност	Тегло
инч	DN	mm	m ² /m	kg/m
1/8	6	10.2	0.03	0.493
1/4	8	13.5	0.04	0.769
3/8	10	17.2	0.05	1.020
1/2	15	21.3	0.07	1.450
3/4	20	26.9	0.09	1.900
1	25	33.7	0.11	2.970
1 1/4	32	42.4	0.13	3.840
1 1/2	40	48.3	0.15	4.430
2	50	60.3	0.19	6.170
2 1/2	65	76.1	0.24	7.900
3	80	88.9	0.28	10.100
4	100	114.3	0.36	14.400
5	125	139.7	0.44	17.800
6	150	165.1	0.52	21.200
8	200	219.0	0.69	31.000
10	250	273.0	0.86	41.600
12	300	324.0	1.02	55.600
14	350	355.0	1.12	68.300
16	400	406.0	1.28	85.900
20	500	508.0	1.60	135.000

Таблица 17-2. Скорост на образуване на кондензат за паропроводи kg/h/m²

Налягане на парата в Bar	1.0	2	4	8	12	16	21
Тръби с изолация	1	1	1.5	1.5	2	2.5	3
Тръби без изолация	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 17-3. Количество кондензат за 20 m тръба - нагрята от 0°C до температура на насищане на парата



Кондензатоотделители, инсталирани между котела и края на парната магистрала: коефициент на сигурност 2:1. Кондензатоотделители, монтирани на края на парната магистрала или пред редукционни и спирателни вентили: коефициент на сигурност 3:1.

Способността да се справя със замърсявания, кондензатни "снаряди", и устойчивостта на хидравлични удари са характеристики, които правят кондензатоотделителя с инверсно бутало подходящ за случая. Освен това, ако все пак кондензатоотделител с инверсно бутало се повреди, той най-често остава отворен.

Монтиране

Двата метода на пускане и подгриване използват кондензатоуловители и кондензатоотделители в ниските точки или естествените точки за дриране като:

- След щрангове (вертикални тръби)
- Края на магистралните паропроводи
- Преди компенсационни връзки или колена
- Преди вентили или регулатори

И когато няма естествени точки за дриране, кондензатоуловители и кондензатоотделители все пак трябва да се предвидят, вж. фиг.18-1, 18-2 и 18-3. Нормално, те би трябвало да се монтират на разстояния от около 50 m и никога по-големи от 75 m.

При подгриване под надзор, дължината на кондензатоуловителя трябва да е поне 1.5 пъти диаметъра на тръбопровода, но никога по-малко от 250 mm. При автоматично подгриване кондензатоуловителя трябва да бъде с дължина поне 700 mm. За двата метода добра практика е диаметърът на кондензатоуловителя да бъде като диаметъра на паропровода при диаметри до 100 mm и поне половината от неговия диаметър при по-големи диаметри, но никога под 100 mm.

РАЗКЛОНЕНИЯ

Чрез разклоненията парната магистрала снабдява отделните съоръжения, използващи пара. Цялата система трябва да е проектирана и свързана в схема така, че да не позволява акумулиране на кондензат в която и да е точка.

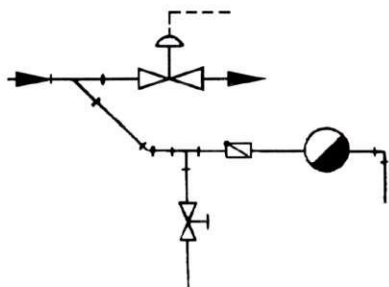
Избор на кондензатоотделители и коефициент на сигурност за разклоненията

Формулата за изчисляване на кондензатния товар е същата, както тази за парните магистрала. За разклоненията също се препоръчва коефициент на сигурност 3:1.

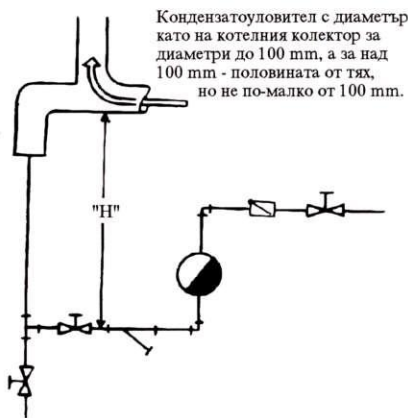
Монтиране

Препоръваният начин на свързване между магистралата и управляващия вентил на разклонението е показан на фиг.19-1 за дължина на връзката под 3 m и на фиг.19-2 за дължина над 3 m. Вж. фиг.19-3 за свързване, когато управляващият вентил трябва да е под нивото на магистралата.

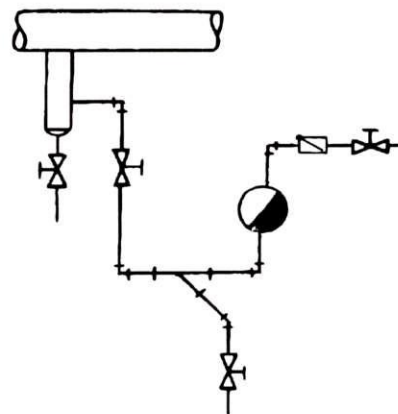
ПАРНИ МАГИСТРАЛИ



Фиг.18-1. Кондензатоотделител, дриращ филтър пред предпазен клапан.



Фиг.18-2. Кондензатоотделител, дриращ кондензатоуловител на щранг. Разстояние "H" в m = 1.1 Ваg напор за изтласкване на водата през кондензатоотделителя.



Фиг.18-3. Кондензатоотделител, дриращ кондензатоуловител на парна магистрала.

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дрирано оборудване	Първи избор и Кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Пароотделител	ИБГО B,E,F,L,M,N,Q	ДКР (Автоматичен диференциален кондензатен регулатор)

Преди всеки вентил за управление, както и преди предпазните вентили, ако има такива, трябва да се инсталира филтър през цялото напречно сечение на тръбата. Трябва да се поставят продухателни вентили или за предпочитане кондензатоотделител с инверсно бутало. Няколко дни след пускане на системата филтриращият екран на филтъра трябва да се провери и да се почисти, ако трябва.

ПАРООТДЕЛИТЕЛИ (сепаратори)

Пароотделителите са проектирани да отделят цялото количество кондензат, формирал се в пароразпределителните системи. Те се използват най-често пред оборудване, за което се изисква суха пара и на линии за вторична пара, които поради своята природа имат голям процент увлечен с парата кондензат.

От голяма важност при избора на кондензатоотделител са устойчивостта на "заряди" от кондензат, способността за работа при малък товар и добра устойчивост на хидравлични удари.

Избор на кондензатоотделители и коефициент на сигурност за пароотделители.

Въпреки че се препоръчват различни типове кондензатоотделители в зависимост от количеството кондензат и нивото на налягането, за всички случаи би трябвало да се прилага коефициент на сигурност 3:1.

Необходимата пропускателна способност на кондензатоотделителя може да се получи по формулата:

Необходима пропуск. способност в kg/h = Коефициент на сигурност × Дебит на парата kg/h × Очакван процент кондензат (обикновено 1 до 20%).

ПРИМЕР:

Да се оразмери кондензатоотделител за дебит 500 kg/h.

По формулата: $3 \times 500 \times 0.10 = 150 \text{ kg/h}$.

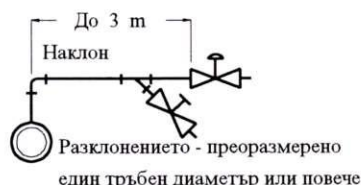
За пароотделители се препоръчва кондензатоотделител с инверсно бутало с голям вентилационен капацитет (ИБГО). Ако няма голямо замърсяване и хидравлични удари поплавково-термостатичен кондензатоотделител (П&Т) е приемлива алтернатива.

Трети тип устройство, което може да е предпочитан избор за много приложения, е автоматичният диференциален кондензатен регулатор (ДКР). Той комбинира най-добрите характеристики на двата споменати типа и се препоръчва за големи кондензатни товари, които превишават способностите на пароотделителя.

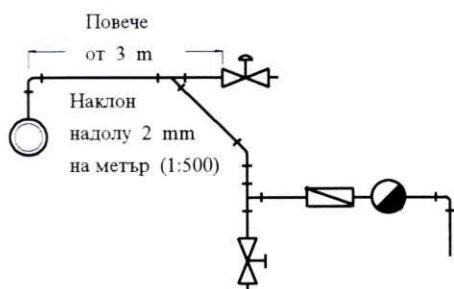
Монтаж

Кондензатоотделителите би трябвало да бъдат свързани към дренажната тръба на пароотделителя на 250-300 mm под него. Сечението на тръбата от дренажния изход на пароотделителя до отклонението към кондензатоотделителя трябва да е с диаметъра на дренажния изход на пароотделителя. Същото се отнася и за утайтеля. Вж. фиг.19-4.

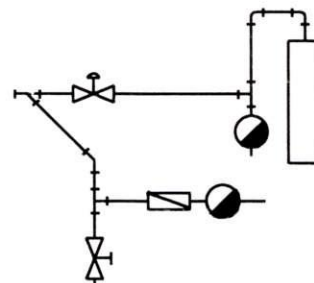
РАЗКЛОНЕНИЯ



Фиг.19-1. Свързване за разклонение с дължина под 3 m. Не е необходим кондензатоотделител, освен в случаите, когато наклонът към захранващия колектор е по-малък от 25 mm на метър.

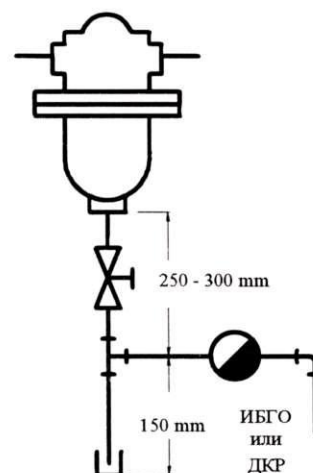


Фиг.19-2. Свързване за разстояние над 3 m. Пред вентила за управление трябва да се монтира утайтел и кондензатоотделител. Филтърът пред управляващия вентил може да служи като кондензатоуловител, ако връзката за продухване отива към кондензатоотделител с ИБ. Това ще намали и проблемите с почистването на филтъра. Кондензатоотделителят би трябвало да бъде оборудван с възвратен вентил, монтиран преди него.



Фиг.19-3. При управляващ вентил, разположен под нивото на захранващите линии, преди него трябва да се монтира утайтел и кондензатоотделител независимо от разстоянието до магистралата. Ако серпентина е разположена над вентила за управление, кондензатоотделител трябва да се постави също и на изходния поток от него.

СЕПАРАТОР



Фиг.19-4. Дрениране на пароотделител

ДРЕНИРАНЕ НА ПАРНИ СПЪТНИЦИ

Пароспътниковите линии са предназначени да поддържат флуида в основния тръбопровод при определена постоянна температура. В много случаи тези тръбопроводи са на открито, което прави атмосферните условия критичен фактор.

Основната цел на кондензатоотделителите при парни спътници е да се задържи парата, докато нейната латентна топлина се утилизира напълно и след това кондензатът и некондензируемите газове да се изхвърлят. Правилото за всяко топлообменно оборудване трябва да се прилага и тук и всеки парен спътник трябва да има собствен кондензатоотделител, въпреки че на един основен тръбопровод може да има монтирани няколко пароспътникови линии.

При избор и оразмеряване на кондензатоотделители е важно да се отчете съвместимостта на кондензатоотделителя с целите на системата, тъй като той трябва:

1. Да пести енергия през срока на експлоатация
2. Да осигури безусловно периодично разреждане за да изчисти кондензата и въздуха от линията.
3. Да работи при нисък товар.
4. Да е устойчив на замръзване, в случай, че парата е спряна.

Поради цената на парата, система от парни спътници, работеща неикономично, води до прекомерно високи допълнителни разходи, което никое производство не може да си позволи.

Избор на кондензатоотделители за парни спътници

Кондензатният товар, който трябва да се обработва при парен спътник, може да се определи от топлинните загуби на главния тръбопровод по формулата:

$$Q_c = \frac{S \cdot k \cdot \Delta t}{r}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h
 S Външна повърхност на главната линия между кондензатоотделителите на парните спътници в m²/m (Вж.табл.17-1)

k Коефициент на топлопредаване в kcal/m²/h/°C (вж. табл.21-1 и 21-2)

Δt Температурна разлика в °C

r Латентна топлина в kcal/kg.

Фиг.20-1. ТИПИЧЕН МОНТАЖ НА ПАРЕН СПЪТНИК

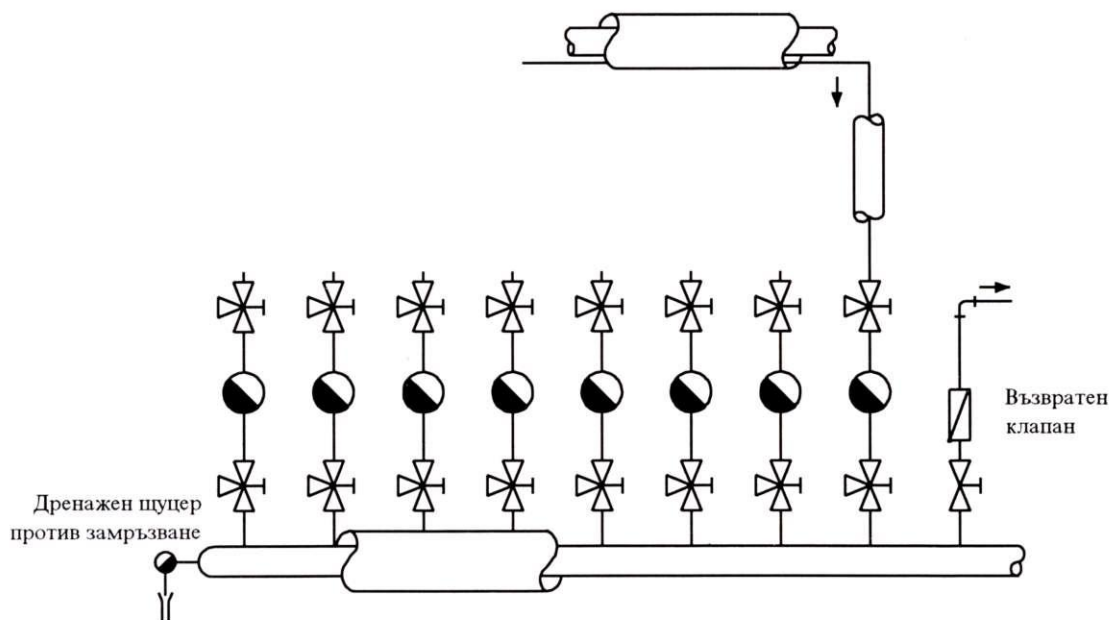


ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Парен спътник	Инверсно бутало A,B,C,I,J,K,L,N	Термостатичен или ДКР (Автоматичен диференциален кондензатен регулатор)

ПРИМЕР:

За тръбопровод с диаметър 100 mm и дължина 30 m е използван парен спътник с пара при налягане 11 Bar. Тръбопроводът е изолиран за да се поддържа температура 90°C при външна изчислителна температура 25°C. Приемаме, че изолацията на тръбите има 75% ефективност. Какъв е кондензатният товар? По формулата:

$$Q_c = \frac{30 \times 0.36 \times 11 \times 115 \times 0.25}{481.0} = 7.1 \text{ kg/h}$$

Важно

За повечето приложения на парни спътници, потокът към кондензатоотделителя е изненадващо малък и

следователно нормално подходящ за приложение е най-малкият кондензатоотделител. Поради способността си за пестене на енергия, работа при малки товари, устойчивост на замръзване и способност да почиства системата, кондензатоотделителят с инверсно бутало се препоръчва за обслужване на парни спътници.

Монтаж

Разпределителни или подаващи линии би трябвало да се монтират на височина над основния тръбопровод, нуждаещ се от парен спътник.

За ефикасно дренiranje на кондензата и изхвърляне на некондензиращите газове, се препоръчва наклон на парните спътници с гравитационно дренiranje

и дренiranje с кондензатоотделители на всички ниски места. Това ще предотврати и замръзване на парния спътник. Вж. фиг.20-1, 21-1 и 21-2.

За да се пести енергия, кондензатът би трябвало да се върне към котела. За да се осигури, при евентуално спиране, дренiranje чрез гравитационната дренажна система се препоръчва непосредствено преди кондензатоотделителите да се монтират клапани за компенсиране на вакуума. Когато има опасност от замръзване, за колекторите от кондензатоотделителите трябва да се предвидят дренажни щупери против замръзване.

Таблица 21-1. Коефициенти на топлопредаване (k) в kcal/m²/h/°C от нагрявани с пара стоманени парни спътници към основния тръбопровод, в зависимост от вискозитета на транспортирания продукт.

Вискозитет по средна температура		Специфично тегло на течността			
SSU	Сантистокс (cSt)	1	0,934	0,876	0,825
35	3	100	112	148	172
70	13	74	100	112	148
350	75	59	74	100	-
700	150	49	64	83	-
2000	475	35	49	-	-
3500	750	25	39	-	-

ТИПИЧЕН МОНТАЖ НА ПАРЕН СПЪТНИК

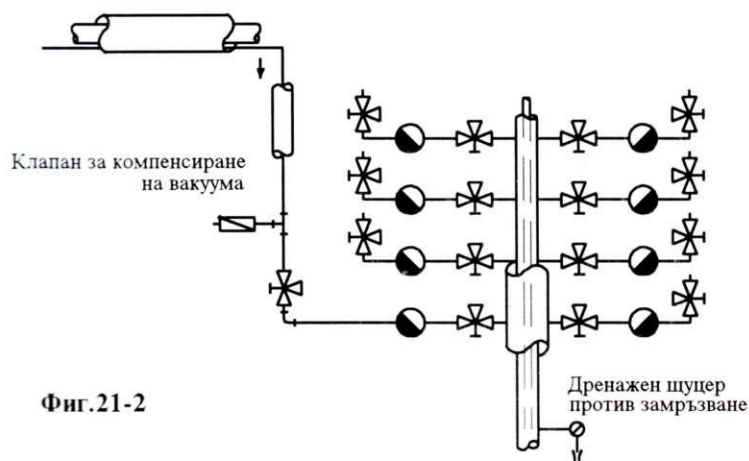
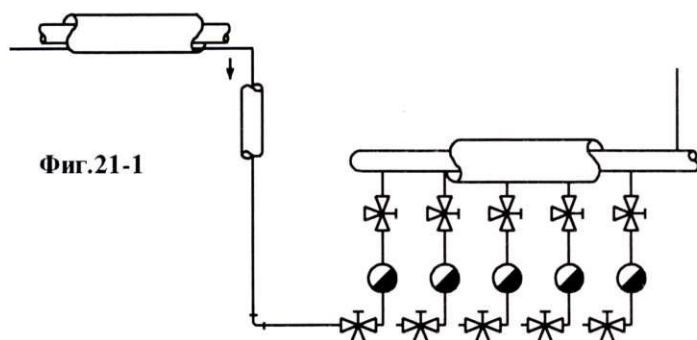


Таблица 21-2 Коефициенти на топлопредаване (k) - измерени при ламинарен режим

Нагряваща среда	Материал на стената	Нагрявана среда	Коефициент k kcal/m ² /h/°C
Въздух	Чугун	Въздух (газ)	5
Въздух	Стомана	Въздух (газ)	7
Вода	Чугун	Въздух (газ)	7
Вода	Стомана	Въздух (газ)	10
Вода	Мед	Въздух (газ)	11
Пара	Чугун	Вода (газ)	10
Пара	Стомана	Вода (газ)	11
Пара	Мед	Вода (газ)	15
Пара	Чугун	Вода	750
Пара	Стомана	Вода	900
Пара	Мед	Вода	1000
Вода	Чугун	Вода	200-250
Вода	Стомана	Вода	300-350
Вода	Мед	Вода	300-400

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ ВЪЗДУХООТОПЛИТЕЛНИ АПАРАТИ

В почти всички клонове на промишлеността се използват радиатори, въздухообработващи съоръжения, оребрени и тръбни серпентини. Това оборудване е основно и не би трябвало да има големи изисквания към поддържането. Затова кондензатоотделителите често са пренебрегвани и не се наблюдават и контролират редовно. Установен проблем при тях е задържането на кондензат в нагряващите серпентини, което води до повреди поради замръзване, корозия и хидравлични удари.

Типът на използвания кондензатоотделител се определя от изискванията на дренираното оборудване (включително постоянно или променливо налягане на парата). Разработени са два стандартни метода за избор и оразмеряване на кондензатоотделители за топовъздушни апарати:

I. Постоянно парно налягане

Поплавъково-термостатични и кондензатоотделители с инверсно бутало - използва се коефициент на сигурност 3:1 при работни разлики в налягането

II. Колебавещо се парно налягане

A. Поплавъково-термостатични кондензатоотделители и кондензатоотделители ИБ с термичен клапан.

- 0-2 Bar пара - 2:1 при 0.1 Bar разлика в наляганята
- 2-3 Bar пара - 2:1 при 0.2 Bar разлика в наляганята
- Над 3 Bar пара - 3:1 при половината от максималната разлика в наляганята за кондензатоотделителя.

Б. Кондензатоотделители ИБ без термичен клапан

Само за над 3 Bar парно налягане - 3:1 при половината от максималната разлика в наляганята за кондензатоотделителя.

ИЗБОР НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ ЗА ТОПОВЪЗДУШНИ АПАРАТИ

За изчисляването на количеството обработван кондензат се прилагат обикновено три метода. Кой от тях ще се използва зависи от това, кои експлоатационни условия са известни.

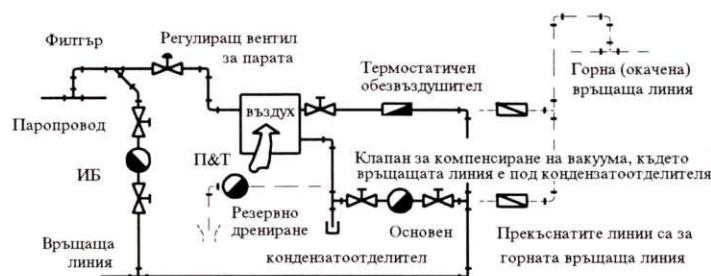
1. Метод "KCAL"

Стандартната производителност за радиатори и други въздушни серпентини е топлинната мощност в kcal/h при парно налягане в нагревателя 1.15 Bar и температура на влизания въздух 15°C. За да приведете стандартната ситуация в действителна използвайте коефициента на превръщане от таблица 23-1. След като са известни реалните експлоатационни условия, умножете кондензатния товар с правилно подбрани коефициент на сигурност и използвайте диаграмата за пропускателната способност за препоръчвания модел.

2. Метод базиращ се на капацитета (m³/min) и повишението на температурата на въздуха

Когато е известен само капацитетът на вентилатора в m³/min и повишението на температурата на въздуха, действителната топлинна мощност може да бъде намерена чрез използване на следната проста формула:
 $kcal/h = m^3/min \times 18 \times \text{Повишението на температурата в } ^\circ C$

Фиг.22-1. Дрениране и обезвъздушаване в топовъздушни апарати



ПРИМЕР:

Да се подбере кондензатоотделител за дрениране на нагревател с дебит 100 m³/min, който повишава температурата с 30°C. Налягането е 5 Bar.

Според формулата:

$$100 \times 18 \times 30 = 54000 \text{ kcal/kg.}$$

Необходим е кондензатоотделител с пропускателна способност

$$54000/107.3 \times 3 = 322 \text{ kg/h}$$

където 107.3 е латентната топлина на парата, а 3 е коефициент на сигурност.

Коефициентът 18 в горната формула е получен, както следва

$$1 \text{ m}^3/min \times 60 = 60 \text{ m}^3/h$$

$$60 \text{ m}^3/h \times 1.25 (\text{относително тегло на въздуха при } 5^\circ C) = 75 \text{ kg/h}$$

$$75 \text{ kg/h} \times 0.24 (\text{специфична топлина на въздуха в kcal/kg}^\circ C) = 18 \text{ kcal/h}^\circ C.$$

3. Кондензатен метод

След като веднъж се определи производителността в kcal:

- Разделете тази величина на латентната топлина на парата при използваното парно налягане. Вж. Колона 2 от Таблица 23-1 или Парните таблици. Това ще даде действителното тегло на кондензираната пара. За бърза апроксимация, може да се използва простото "правило на пръстите" според което производителността се разделя на 500.

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и Кодове на характеристиките	Постоянно налягане		Първи избор и Кодове на характеристиките	Променливо налягане	
		0-3 Bar	Над 3 Bar		0-3 Bar	Над 3 Bar
Радиатори	B,C,E,K,N	ИБГО	ИБГО	B,C,G,H,L	П&Т	*П&Т
	Алтернатива	П&Т	*П&Т	Алтернатива	ИБГО	ИБГО
Въздухо-подготвящи съоръжения	B,C,E,K,N	ИБГО	ИБГО	B,C,G,H,L	П&Т	*П&Т
	Алтернатива	П&Т	*П&Т	Алтернатива	ИБ(термично)	ИБГО
Оребрени и тръбни серпентини	B,C,E,K,N	ИБГО	ИБГО	B,C,G,H,L	П&Т	*П&Т
	Алтернатива	Термостатичен	Термостатичен	Алтернатива	ИБГО	ИБГО

* Използвайте ИБГО (Кондензатоотделител ИБ с голям вентилационен капацитет) при налягане и температура, над ограничителните за П&Т (Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител)

ВАЖНО: 1. Да се предвидят клапани за компенсиране на вакуума, когато има възможност за наляганя под атмосферното.
 2. Не използвайте поплавъково-термостатични кондензатоотделители (П&Т) при прегрята пара

Диаграма 22-1. Множители за оразмеряване на кондензатоотделители за съставни серпентини (коефициентът на сигурност е включен)



2. Умножете действителното тегло на кондензираната пара с коефициент на сигурност 3 за да получите необходимата пропускателна способност за кондензатоотделителя.
3. Използвайте диаграмата за пропускателната способност за да подобрите правилния размер кондензатоотделителя, необходим за условия на постоянно налягане.

ИЗБОР НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ ЗА ТРЪБНИ СЕРПЕНТИНИ

Тръбни серпентини. По възможност, дренирайте всяка тръба индивидуално, за да избегнете "свързване на късо".

Единични тръбни серпентини. За да се оразмери кондензатоотделител за единични тръбни серпентини или за индивидуално дренирани тръби, намерете от Таблица 23-2 скоростта на образуване на кондензата за m^2 . Умножете я с дължината в m и с повърхността на тръбата в m^2/m от Таблица 23-3. Получава се нормалния кондензатен товар.

За бързо нагряване прилагайте коефициент на сигурност 3:1 и използвайте кондензатоотделител с бутало с термичен обезвъздушителен отвор. Когато не се изисква бързо нагряване, използвайте коефициент на сигурност 2:1 и стандартен кондензатоотделител.

Съставни тръбни серпентини. За да се оразмерят кондензатоотделителите за дренiranje на група от серпентини с общ колектор, извършете следното:

1. Определете повърхността на тръбата в m^2 като умножите дължината ѝ с външната повърхност в m^2/m (Табл.23-3).
2. Умножете стойността за тръбата в m^2 със скоростта на образуване на кондензата от Табл.23-2. Това дава нормалния кондензатен товар.
3. От диаграмата 22-1 намерете множителя, отговарящ на конкретните експлоатационни условия.
4. Умножете нормалния кондензатен товар с множителя за да определите необходимата пропускателна способност за кондензатоотделителя (Забележете, че коефициентът на сигурност е включен в множителя).

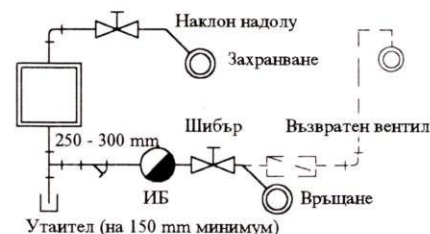
Коефициентите на сигурност, дадени като препоръчителни, в почти всички случаи са предвидени с оглед на:

1. Избягване риска от "свързване на късо" (шунтиране), създаван от многотръбния нагревател.
2. Осигуряване на адекватна пропускателна способност при тежки експлоатационни условия. При много студено време е възможно температурата на постъпващия въздух да е по-ниска от използваната при изчисленията и повишената консумация на пара във всички части на инсталацията може да резултира в понижаване налягането на парата и повишаването му във връщащата линия. Тези обстоятелства намаляват пропускателната способност на кондензатоотделителя.
3. Отстраняване на въздуха и други некондензируеми газове.

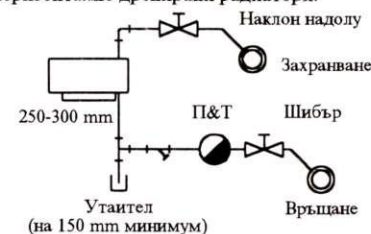
ВНИМАНИЕ: За парни отоплителни системи - ниско налягане използвайте коефициент на сигурност за действителната разлика в наляганията, а не непременно налягането на подаваната пара, като отчитате, че кондензатоотделителят трябва да е в състояние да работи при максималната разлика в наляганията, на която може да бъде подложен.

МОНТАЖ

Общо правило е да се спазват препоръките на производителя. Фигури 22-1, 23-1 и 23-2 показват схеми на монтаж, приети от всички производители на отоплителни съоръжения.



Фиг.23-1. Общоприета схема на свързване и дренiranje при високо налягане (над 3 Bar) за хоризонтално дренирани радиатори.



Фиг.23-2. Общоприета схема на свързване и дренiranje при ниско налягане (под 3 Bar) за вертикално дренирани радиатори.

Таблица 23-1. ТАБЛИЦА НА КОНСТАНТИТЕ за определяне на производителността (kcal/h) за нагревател при условия, различни от стандартните (парно налягане 1.15 Bar и температура на постъпващия въздух 15°C). За приложение умножете стандартната производителност на нагревателя с посочената константа.

Налягане на парата Bar	Латентна топлина на парата	Температура на постъпващия въздух в °C						
		-24	-12	0	+10	+15	+20	+32
1.15	537.0				1.078	1.000	0.926	0.782
1.35	534.7				1.127	1.050	0.974	0.829
1.70	528.8	1.640	1.456	1.289	1.211	1.311	1.056	0.908
2.00	525.0	1.799	1.614	1.441	1.275	1.194	1.117	0.970
2.50	521.0	1.861	1.675	1.498	1.333	1.251	1.174	1.024
3.00	516.7	1.966	1.775	1.597	1.429	1.436	1.266	1.115
4.50	506.3	2.134	1.936	1.755	1.582	1.498	1.416	1.262
6.00	498.0	2.256	2.057	1.872	1.696	1.610	1.527	1.368
6.50	495.6	2.312	2.112	1.925	1.748	1.660	1.577	1.418
8.00	488.0	2.409	2.204	2.015	1.836	1.749	1.663	1.502

Таблица 23-2. Дебит на образувания кондензат за парни тръби и паропроводи $kg/h/m^2$

Налягане на парата в Bar	1	2	4	8	12	16	21
Тръба с изолация	1	1	1.5	1.5	2	2.5	3
Тръба без изолация	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 23-3. Размери на тръбите за изчисление на загубите от излъчване

Тръба	Външен диаметър	Външна повърхност	Тегло
инч	DN	mm	kg/m
1/8	6	10.2	0.03
1/4	8	13.5	0.04
3/8	10	17.2	0.05
1/2	15	21.3	0.07
3/4	20	26.9	0.09
1	25	33.7	0.11
1 1/4	32	42.4	0.13
1 1/2	40	48.3	0.15
2	50	60.3	0.19
2 1/2	65	76.1	0.24
3	80	88.9	0.28
4	100	114.3	0.36
5	125	139.7	0.44
6	150	165.1	0.52
8	200	219.0	0.69
10	250	273.0	0.86
12	300	324.0	1.02
14	350	355.0	1.12
16	400	406.0	1.28
20	500	508.0	1.60

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ НАГРЕВАТЕЛИ ЗА ТЕХНОЛОГИЧЕН ВЪЗДУХ

Нагревателите за технологичен въздух се използват за сушене на хартия, дървен материал, мляко, скорбяла (нишесте) и други продукти, както и за подготовка на въздух за котли.

Типични примери за този тип оборудване са технологични подсушители, тунелни сушилня, и подгреватели за въздух за горенето в котли. В сравнение с топовъздушните апарати за отопление на помещения, нагревателите за технологичен въздух работят при много високи температури (260°C не се смята за необичайна температура). Тези високотемпературни приложения изискват пара с високо налягане (и понякога прегрята пара).

Избор на кондензатоотделители и коефициент на сигурност

Кондензатният товар за нагреватели за технологичен въздух може да бъде определен по следната формула:

$$Q_c = \frac{V \cdot c \cdot q \cdot 60 \text{ min/h} \cdot \Delta t}{r}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

V Кубични метри въздух за минута

c Специфична топлина на въздуха в kcal/kg/°C

q Плътност на въздуха - 1.2 kg/m³ при температура 15°C

Δt Повишение на температурата в °C

r Латентна (скрита) топлина на парата в kcal/kg.

ПРИМЕР:

Какъв ще бъде кондензатният товар за серпентина на тунелна сушилня, която обработва въздушен дебит 60 m³/min и изисква повишение на температурата с 35°C. Налягането на парата е 5 Bar.

Според формулата:

$$Q_c = \frac{60 \times 0.24 \times 1.2 \times 60 \times 35}{509.5} = 72 \text{ kg/h}$$

След умножаването с коефициент на сигурност 2 (който се препоръчва за всички въздухонагревателни съоръжения при постоянно налягане), се намира, че е необходим кондензатоотделител с пропускателна способност 144 kg/h. Това е за една серпентина. За по-голямо увеличение на температурата може да се изисква монтирането на допълнителни серпентини.

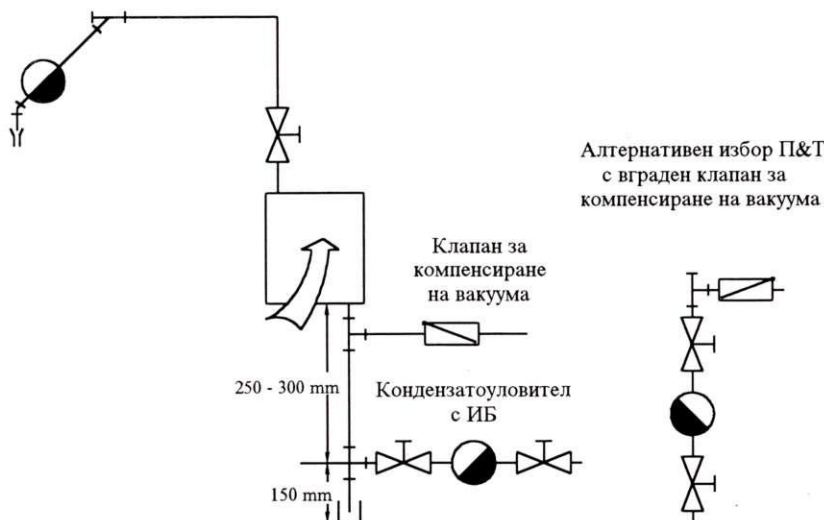
За колебаещо се парно налягане използвайте коефициент на сигурност 3:1 при половината от максималната разлика в наляганията за кондензатоотделителя.

За тези приложения се препоръчва кондензатоотделител с инверсно бутало заради способността му да освобождава въздух и CO₂ при температура на парата, до осъществяването на периодичните действия, необходими за почистване на системата от кондензат.

Поплавъково-термостатичните кондензатоотделители (П&Т) са приемлива алтернатива.

Монтаж

В тръбната мрежа на оборудването за подготовка на технологичен въздух, включително и за всички връзки към кондензатоотделители, трябва да се предвиди адекватна възможност за разширение поради големите вариации на температурата. Кондензатоотделителят би трябвало да се монтира 250-300 mm под нагревателя, а утаителят - събирател поне на още 150 mm надолу. Както при постоянно, така и при променливо налягане между серпентината и кондензатоотделителя трябва да се монтира клапан за компенсиране на вакуума, а при отдалечен висок монтаж - термостатичен обезвъздушител (без приложенията с прегрята пара). Вж. фиг.24-1.



Фиг.24-1. Нагреватели за технологичен въздух

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор, кодове на характеристиките, алтернативен избор	Налягане	
		0-18 Bar	Над 18 Bar.
Нагреватели за технологичен въздух	A,B,F,I,K,M	ИБ	ИБ
	Алтернативен избор	*П&Т	ИБ

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ ПАРНИ АБСОРБЦИОННИ ХЛАДИЛНИ МАШИНИ

Абсорбционната хладилна машина охлажда вода за кондициониране или технологични нужди чрез изпаряване на воден разтвор, обикновено литиев бромид. Парата се използва за осигуряване на енергия за изпаряващата част на цикъла и като се изключи енергията за електрическите помпи, е единствената енергия влагана по време на целия цикъл.

Общите изисквания към кондензатоотделител, монтиран на парна абсорбционна хладилна машина включват способността да обработва големи количества кондензатен товар и да обезвздушава в условията на ниско и колебаещо се налягане.

ИЗБОР НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛ И КОЕФИЦИЕНТ НА СИГУРНОСТ

Кондензатният товар в kg/h, създаден от едностъпална абсорбционна хладилна машина с ниско налягане (2 Bar или по-ниско) може да се определи като се изчисли студовият товар (изстудването) в kcal/h и се раздели на 500.

ПРИМЕР:

Колко кондензат ще се образува от едностъпална абсорбционна хладилна машина с капацитет 600000 kcal/h. Като се разделят 600000 kcal/h на 500, кондензатният товар се определя на 1200 kg/h.

Коефициент на сигурност 2:1 трябва да се приложи към пълния кондензатен товар и кондензатоотделителят трябва да бъде в състояние да обработи този товар при разлика в наляганията 0.1 Bar. С други думи, машината от примера би изисквала кондензатоотделител, способен да обработва 2400 kg/h кондензатен товар при 0.1 Bar, и да е в състояние да работи при максималната разлика в наляганията, обикновено 1 Bar.

За сравнение, двустъпалните абсорбционни машини работят при високо парно налягане - 11 Bar.

Предимството им пред едностъпалните се състои в това, че консумират по-малко енергия на kcal производителност.

За двустъпални абсорбционни машини трябва да се използва коефициент на сигурност 3:1. При налягания над 3 Bar, пропускателната способност на кондензатоотделителя трябва да се достигне при разлика в наляганията, равна на половината от максималната.

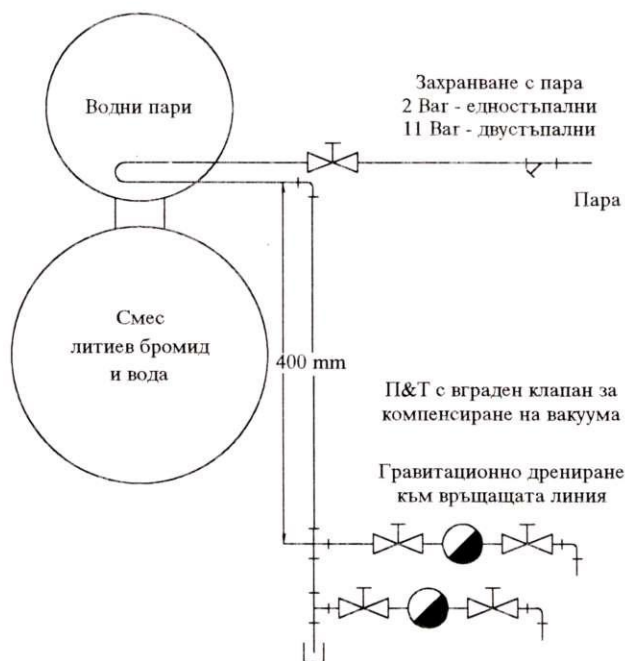
Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител (П&Т) с вграден клапан за компенсиране на вакуума подхожда много добре за дренiranje на едно- и двустъпални абсорбционни машини. Той пести енергия и осигурява равномерен кондензатен поток.

Кондензатоотделител с ИБ с външен (допълнително монтиран) термостатичен обезвздушител е също приемлив избор.

Монтаж

Кондензатоотделителят би трябвало да се монтира под парната серпентина на абсорбционната машина с дължина на кондензатоуловителя поне 400 mm. Вж. фиг.25-1. Това осигурява минимална разлика в наляганията за кондензатоотделителя, равна на 0.04 Bar. Независимо от използваните кондензатоотделители се препоръчва осигуряване на резервна дренажна система. В случай, че компонента от дрениращата система трябва да бъде ремонтирана, абсорбционната машина ще работи с резервната дренажна система. Това осигурява възможност за непрекъсната експлоатация.

В някои случаи на много тежък кондензатен товар може да са необходими два кондензатоотделителя, работещи в паралел.



Фиг.25-1. Абсорбционна хладилна машина

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Парна абсорбционна машина	П&Т A,B,G	*ИБ

ЗАБЕЛЕЖКА: Трябва да се предвидят клапани за компенсиране на вакуума и резервна дренажна система
* С външен термостатичен обезвздушител

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ КОЖУХОТРЪБНИ ТОПЛООБМЕННИЦИ И

Потопените серпентини са топлообменни елементи, потопени в течността, която трябва да се нагрива, изпарява или сгъстява. Този тип топлообменни апарати се среща в почти всеки обект, използваващ пара. Примери са водни нагреватели, засмукващи нагреватели и изпарители. Те се използват при загряване на вода за технологични или битови нужди, изпаряване на промишлени газове, като пропан и кислород, изпаряване на технологично обработвани флуиди (например захар, черна натронова луга за хартиената промишленост, петрол и нафта) за лесно транспортиране и пулверизиране.

Типът на използвания кондензатоотделител се определя според изискванията на конкретното приложение (включително постоянно или променливо налягане на парата). Най-често използваните при избора показатели включват способност за обработка на въздух при нисък пад на налягане, пестене на енергия и отстраняване на замърсяванията и ударни вълни от кондензат. За подпомагане избора са разработени три метода за оразмеряване на кондензатоотделители.

КОЕФИЦИЕНТ НА СИГУРНОСТ

- I. Постоянно налягане на парата
Кондензатоотделители с инверсно бутало или поплавъково-термостатични кондензатоотделители - използва се коефициент на сигурност 2:1 при работни разлики в налягането
- II. Колебаещо се парно налягане
Поплавъково-термостатични кондензатоотделители (П&Т) или ИБ.
 1. 0-2 Bar пара - 2:1 при 0.1 Bar разлика в наляганята
 2. 2-3 Bar пара - 2:1 при 0.2 Bar разлика в наляганята
 3. Над 3 Bar пара - 3:1 при половината от максималната разлика в наляганята.
- III. За постоянно и променливо парно налягане при сифонно дрениране.
Автоматичен диференциален кондензатен регулатор с коефициент на сигурност 3:1. Алтернативно решение е кондензатоотделител с ИБ с голям капацитет на вентилиране (ИБГО) с коефициент 5:1.

ЗАБЕЛЕЖКА: Ако трябва да се обработват замърсявания и големи обеми въздух, може да се използва ефективно кондензатоотделител с ИБ с външен термостатичен предпазен обезвъздушителен вентил.

КОЖУХОТРЪБНИ ТОПЛООБМЕННИЦИ

Един тип потопена серпентина е кожухотръбният топлообменник, вж. фиг.26-1. При тези топлообменници множество тръби са поместени в кожух със затворена свободна повърхност. Това осигурява сигурен контакт между протичащия през кожата флуид и тръбите. Въпреки, че терминът "потопен" предполага, че парата е в тръбите и те са потопени в нагривания флуид, може да съществува и обратната ситуация - парата е в кожата, а течността в тръбите.

Избор на кондензатоотделители за кожухотръбни топлообменници

За определяне на кондензатния товар при известен действителен дебит, използвайте формулата (ако са известни размерите на нагривната серпентина вземете формулата за гофрирани серпентини. Уверете се, че сте избрали приложим коефициент "k"):

$$Q_c = \frac{m \cdot \Delta t \cdot c \cdot 60 \cdot s \cdot g}{r}, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h
 m Дебит на течността l/min
 Δt Повишение на температурата в °C
 c Специфична топлина на течността в kcal/kg/°C
 $s \cdot g$ Относително тегло на течността
 r Латентна топлина на парата в kcal/kg.

ПРИМЕР:

Приемете воден поток с дебит 30 l/min с температура на входа 20°C и температура на изхода 120°C. Налягането на парата е 1 Bar. Определете кондензатния товар.

Според формулата:

$$Q_c = \frac{30 \times 100^\circ\text{C} \times 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 60 \times 1 \text{ s.g}}{539 \text{ kcal/kg}} = 335 \text{ kg.h}$$

ПАНЕЛНИ СЕРПЕНТИНИ

Много често отворени резервоари с вода или химикали се нагриват чрез панелни (профилирани) серпентини. Вж. фиг.27-1. Пасажите за преминаване на парата се образуват чрез формиране на канали между два метални листа. Двете части са огледални образи и когато се заварят една към друга се образуват пасажи за влизане на парата, топлообмен и извеждане на кондензата.



Фиг.26-1. Кожухотръбни топлообменници (характерна схема на свързване)

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Постоянно налягане		Първи избор и кодове на характеристиките	Променливо налягане	
		0-3 Bar	Над 3 Bar		0-3 Bar	Над 3 Bar
Кожухотръбни топлообменници, панелни серпентини и тръбни серпентини	I,F,Q,V,C,E,G,K,N	ИБГО	ИБГО	V,C,G,H,I,L	П&Т	*П&Т
	Алтернативен избор	ДКР П&Т	ДКР *П&Т	Алтернативен избор	ДКР/ИБТ	ДКР/ИБГО

* Използвайте ИБГО за температура и налягане над ограничителните за П&Т

ЗАБЕЛЕЖКИ: 1. Да се предвидят клапани за компенсиране на вакуума за случаите, когато налягането може да спадне под атмосферното
 2. Да се предвиди резервно дрениране когато се изтласква кондензат при променливо налягане.

ПОТОПЕНИ СЕРПЕНТИНИ

Избор на кондензатоотделители за панелни серпентини

Когато два течащи флуида са отделени и имат различни температури (на единия повишаваща се, а на другия намаляваща) между тях има логаритмична температурна разлика - Δt_m (както и между пара и течност или между входа и изхода на топлообменник):

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)} \quad \text{където}$$

Δt_1 най-голяма температурна разлика
 Δt_2 най-малка температурна разлика

Логаритмичната температурна разлика може да се определи с малко по-ниска точност чрез диаграмата 29-1.

ПРИМЕР:

Определете средната логаритмична температурна разлика за комбинацията: течност, нагрявана от 74°C до 95°C и течност, чиято температура спада от 125°C на 95°C.

Според формулата:

$$\Delta t_1 = \left(\frac{125 \rightarrow 95}{95 \leftarrow 74} \right) \Delta t_2$$

$$\Delta t_1 = 125 - 95 = 30^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 95 - 74 = 21^\circ\text{C}$$

логаритмичната средна температурна разлика е

$$\Delta t_m = \frac{30 - 21}{\ln\left(\frac{30}{21}\right)} = \frac{9}{0.36} = 25^\circ\text{C}$$

Пълният топлообмен се определя по формулата:

$$H = A \cdot k \cdot \Delta t_m \quad \text{където}$$

H Теплопредаване в kcal/h

A Площ в m^2

k Коефициент на топлопредаване в $\text{kcal/m}^2/\text{h}/^\circ\text{C}$ (табл.27-2)

Δt_m Логаритмична средна температурна разлика

Нагревна площ = 8m^2

Коефициент на топлопредаване = $900 \text{ kcal/m}^2/\text{h}/^\circ\text{C}$

Средна логаритмична температура = 25°C .

Налигането на парата е 2.5 Bar за 125°C , което дава латентна топлина от 521 kcal/kg.

$$90000 / 521 = 172.7 \text{ kg/h.}$$

За да се определи необходимият кондензатоотделител, кондензатният товар се умножава с подходящ коефициент на сигурност.

ТРЪБНИ СЕРПЕНТИНИ

Тръбните серпентини са топлообменни тръби, потопени в съдове, чиито обем в сравнение с този на тръбите е много голям. Вж. фиг.27-1 и 27-2. Това е основната им разлика по отношение на кожухотръбните топлообменници. Както панелните серпентини, те могат да бъдат дренирани гравитационно или сифонно в зависимост от преобладаващите условия. За разлика от панелните серпентини, повечето са инсталирани в затворени съдове.

Избор на кондензатоотделител за тръбни серпентини

Кондензатният товар се определя чрез прилагане на една от приведените формули според известните данни. Ако е известен капацитетът, използвайте формулата от частта за кожухотръбни топлообменници. Когато са

известни данните за размерите на серпентината, използвайте формулата от частта за панелни серпентини.

Монтаж

Когато за кожухотръбни топлообменници, панелни или тръбни серпентини се използва гравитационно дрениране, кондензатоотделителят трябва да се монтира под нагряващата серпентина. При променливо налягане трябва да се използва клапан за компенсиране на вакуума, интегриран в поплавково-термостатичен кондензатоотделител или допълнително монтиран към кондензатоотделител с инверсно бутало. Пред кондензатоотделителя трябва да се монтира достатъчно голям кондензатоуловител, за да служи като резервоар. Това осигурява дрениране на серпентината, когато има максимален кондензатен товар и минимална разлика в наляганията.

Избягвайте изтласкване на кондензат при кожухотръбни топлообменници, панелни или тръбни серпентини при модулирано управление. Ако това се наложи, имайте предвид препоръките:

1. Не се опитвайте да изтласкате кондензат (както преди така и след кондензатоотделителя) на повече от 1 метър за всеки 0.2 Bar нормална разлика в наляганията.
2. Ако изтласкването е след кондензатоотделителя инсталирайте резервно дрениране за условията на ниско налягане.
3. Ако изтласкването е преди кондензатоотделителя (сифонно) за ефикасно отвеждане на вторичната пара трябва да се монтира автоматичен диференциален кондензатен регулатор.

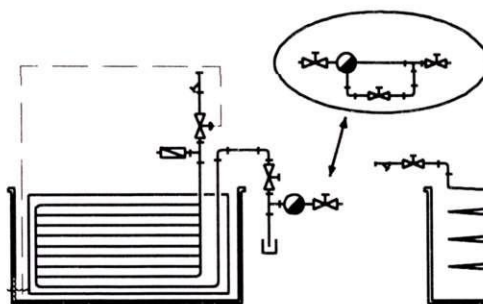
Таблица 27-1. Стойности на коефициента k в $\text{kcal/h/m}^2/^\circ\text{C}$ за тръбни серпентини

Тип	Циркулация	
	Естествена	Принудена
Пара към вода	245-975	730-5800
Тръбен нагревател 1 1/2"	875	2200
Тръбен нагревател 3/4"	975	2450
Пара към масло	50-150	245-730
Пара към кипяща течност	1450-3900	-
Пара към кипящо масло	245-730	-

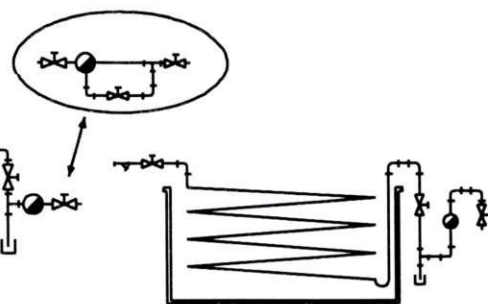
Таблица 27-2 Стойности на коефициента k в $\text{kcal/h/m}^2/^\circ\text{C}$ за панелни серпентини

Тип	Циркулация	
	Естествена	Принудена
Пара към водни разтвори	500-975	730-1350
Пара към бензин	200-220	300-540
Пара към нафта	100-200	245-490
Пара към цистерна с течнo гориво	80-150	200-400
Пара към смес от битум с катран	80-120	90-300
Пара към течна сира	120-170	170-220
Пара към течен парафин	120-170	200-250
Пара към меласа или сироп	100-200	345-440

ПОТОПЕНИ СЕРПЕНТИНИ



Фиг.27-1. Термостатично управлявана панелна серпентина, сифонно дрениране



Фиг.27-2. Непрекъсната тръбна серпентина, сифонно дрениране

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ ИЗПАРИТЕЛИ

Изпарителите са проектирани да намалят водното съдържание на обработвания продукт чрез нагряване. Те са типични за много клонове от промишлеността и по-специално в хартиената, текстилната, хранително-вкусовата, химическата и стоманодобивната промишленост.

По конструкция, изпарителят е кожухотръбен топлообменник, където обикновено парата е в кожата, а продуктът се движи през тръбите. В зависимост от типа на продукта и желаните резултати може да е необходимо изпаряване с **повече от една степен**. Най-често се срещат изпарители с **три степени**, въпреки че при някои приложения може да има пет или шест степени.

Едностъпален изпарител. Докато продуктът се тласка през тръбите на изпарителя, за да се отстрани опреде-

лено количество влага от него, се добавя топлина. След това изпарената влага и концентрираният продукт се подават към камера-сепаратор, където парата се отделя и може да се използва на друго място. Концентратът се изпомпва към друг участък за технологична обработка. (Вж. фиг.28-2).

Многостъпален изпарител. При използване на многостъпална схема се осъществява икономия на топлина, тъй като парата от котела се използва в първото стъпало, след което генерираната от продукта пара се използва като топлинен източник за второто стъпало, генерираната тук пара за третото и след това за нагряване на вода или за други технологични нужди, или за предварително подгряване на постъпващия продукт (Вж. фиг.28-1).

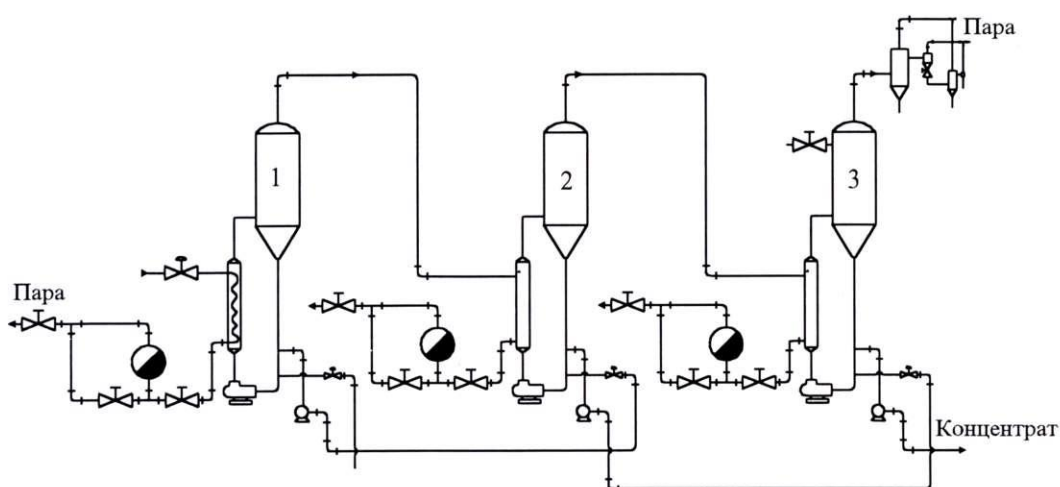
При проектирането на изпарители има много променливи поради широкото

им приложение за различни продукти. Дебитът на парата за изпарители може да варира от 500 kg/h до 50000 kg/h, докато налягането на парата може да варира от високо - 10 Bar в първото стъпало до ниско - вакуум от 60 cm Hg стълб в последното стъпало.

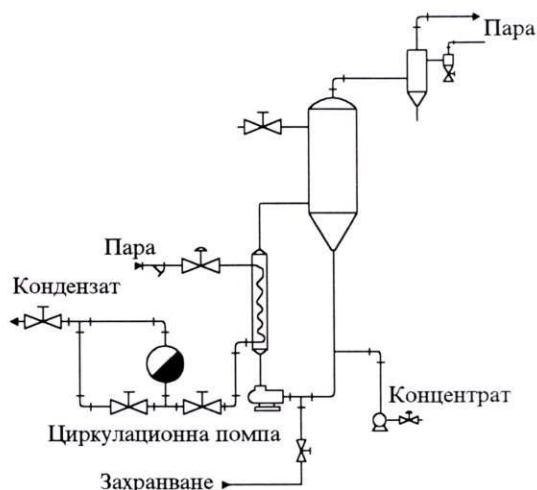
Тъй като изпарителите обикновено работят непрекъснато, кондензатният товар, който трябва да се обработва не се променя. Важно е да се помни, че кондензатоотделителите трябва да се избират за действителната разлика в наляганията за всяко стъпало.

Трите основни положения, които трябва да се вземат предвид при дренiranje на изпарители са:

1. Големи кондензатни товари
2. Ниски разлики в наляганията за някои стъпала
3. Изхвърлянето на въздух и замърсители.



Фиг.28-1. Тристъпална изпарителна система



Фиг.28-2. Едностъпална изпарителна система

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и Кодове на характеристиките	Налягане	
		0-3 Bar	Над 3 Bar
Едностъпален изпарител	A,F,G,H,K,M,P	ДКР	ДКР
	Алтернативен избор	ИБГО П&Т	ИБГО П&Т
Многостъпален изпарител	B,C,E,K,N	ДКР	ДКР
	Алтернативен избор	ИБГО П&Т	ИБГО П&Т

Коефициент на сигурност. При този постоянен и равномерен товар коефициент на сигурност 2:1 би трябвало да е подходящ за кондензатни товари над 25000 kg/h. Под 25000 kg/h използвайте коефициент на сигурност 3:1. За едностъпални и многостъпални изпарители се препоръчват автоматични диференциални кондензатни регулатори. Освен че предлагат непрекъснато дренiranje, те вентилират въздуха и CO₂ при температура на парата, обработват вторичната пара и реагират незабавно на кондензатни "заряди", носени от парата.

МОНТАЖ

Тъй като изпарителят е по принцип кожухотръбен топлообменник с парата в кожата, топлообменникът би трябвало да има отделни вентилиращи отвори. Те трябва да се поставят на всеки участък, където има тенденция за събиране на въздух, като например "мъртвите" зони на кожата. Както при всички правилно дренирани системи, трябва да има отделен кондензатоотделител за всяко стъпало. Докато кондензатът от първото стъпало може да бъде върнат към котела, кондензатът от всяко следващо стъпало не може да бъде върнат към котела поради замърсяване от продукта.

ИЗБОР НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИ ЗА ИЗПАРИТЕЛИ

При изчисляване на кондензатния товар за изпарители, специално внимание трябва да се обърне на определянето на стойността на коефициента на топлопредаване k (kcal/m²/h/°C). Като общо правило може да се използват следните стойности за k : 1400 за изпарител с естествена циркулация с пара с ниско налягане (до 3 Bar); 2400 при естествена циркулация и пара с високо налягане (до 5 Bar); 3600 за изпарители с принудителна циркулация.

Топлообменът за топлообменници с непрекъснат поток при постоянно налягане на парата може да се изчисли със следната формула:

$$H = A \cdot k \cdot \Delta t_m, \text{ където}$$

H Топлопредаване в kcal/h

A Площ в m²

k Коефициент на топлопредаване в kcal/m²/h/°C

Δt_m Логаритмична средна температурна разлика

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln\left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}\right)}, \text{ където}$$

Δt_1 Най-голямата температурна разлика

Δt_2 Най-малката температурна разлика

Логаритмичната средна температурна разлика може да се определи с малко по-ниска точност от номограмата 29-1.

Номограма 29-1. Средна температурна разлика за топлообменно оборудване

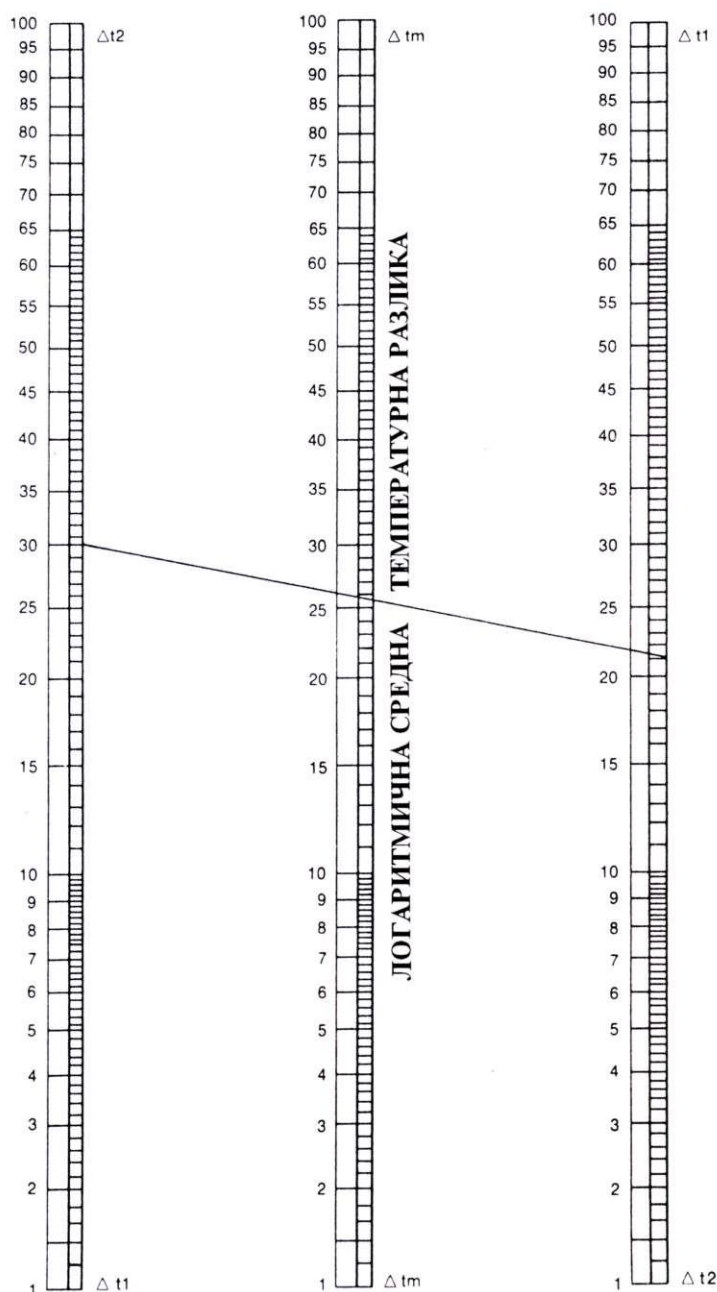


Таблица 29-1. Стойности на коефициента k в kcal/h/m²/°C за тръбни серпентини

Тип	Циркулация	
	Естествена	Принудена
Пара към вода	245-975	730-5800
Гръбен нагревател 1 1/2"	875	2200
Гръбен нагревател 3/4"	975	2450
Пара към масло	50-150	245-730
Пара към кипяща течност	1450-3900	-
Пара към кипящо масло	245-730	-

Таблица 29-2. Стойности на коефициента k в kcal/h/m²/°C за панелни серпентини

Тип	Циркулация	
	Естествена	Принудена
Пара към водни разтвори	500-975	730-1350
Пара към бензин	200-220	300-540
Пара към нафта	100-200	245-490
Пара към цистерна с течност	80-150	200-400
гориво		
Пара към смес от битум с катран	80-120	90-300
Пара към течна сира	120-170	170-220
Пара към течен парафин	120-170	200-250
Пара към меласа или сироп	100-200	345-440

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ РЕЗЕРВОАРИ С ПАРЕН КОЖУХ

Това са главно стерилизатори, реактори или подобни. Те се прилагат навсякъде и в почти всички клонове на промишлеността. Типични примери са обработка и опаковане на месо, захар, обработка на плодове и зеленчуци и приготвяне на храни.

Има два основни типа резервоари с парен кожух - **неподвижен гравитационно дрениран и обръщаем сифонно дрениран (бланшор)**. Всеки тип изисква отделен, специализиран подход за дрениране на парата, въпреки че основните проблеми са общи.

Най-сериозният проблем е натрупването на въздух в парния кожух, който влияе неблагоприятно на температурата. Резервоарите с кожух обикновено изпълняват операции, за които поддържането на постоянна точно определена температура е от решаващо значение. Наличие на по-голямо от допустимото количество въздух, може да предизвика колебания в температурата, които да доведат до изгаряне на продукта и/или намаляване на производителността (забавяне на процеса). Или, ако искаме да бъдем по-конкретни, при определени условия **половин обмен процент въздух в парата** може да образува изолиращ филм върху

топлообменната повърхност и да намали коефициента на полезно действие на 50%. Вж. страници 5, 6 и 7.

Втора основна грижа при използването на резервоари с парен кожух е необходимостта от стабилно и пълно отстраняване на кондензата. Натрупването на кондензат в кожуха води до ненадежден температурен контрол и намаляване производителността.

Избор на кондензатоотделители за резервоари с парен кожух

Необходимата пропускателна способност може да се определи по следната формула:

$$Q_c = \frac{k \cdot A \cdot \Delta t}{r}, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

k Коефициент на топлопредаване в kcal/m²/h/°C

A Площ в m²

Δt Повишение на температурата в °C

r Латентна (скрита) топлина на парата в kcal/kg.

ПРИМЕР:

Каква ще бъде препоръчаната пропускателна способност на кондензатоотделителя за неподвижен гравитаци-

онно дрениран резервоар с парен кожух с вътрешен диаметър 800 mm и работно налягане на парата 7 Bar, нагряващ течност до 143°C?

Според формулата:

$$Q_c = \frac{850 \cdot 1.18 \cdot 123}{498} = 248 \text{ kg/h}$$

$k = 850 \text{ kcal/m}^2/\text{h}/^\circ\text{C}$, приет коефициент за неръждаема стомана;

$A = 1.18 \text{ m}^2$ (стойност дадена от производителя на резервоара).

Като алтернативен метод за определяне на кондензатния товар, използвайки следната формула:

$$Q_c = \frac{V \cdot s.g. \cdot c \cdot \Delta t}{r \cdot h}, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

V Литри течност, която се загрева

Δt Повишение на температурата на течността в °C

c Специфична топлина на течността в kcal/kg/°C

$s.g.$ Относително тегло на течността в kg/dm³

r Латентна (скрита) топлина на парата в kcal/kg.

h Време в часове

Фиг.30-1. НЕПОДВИЖЕН ГРАВИТАЦИОННО ДРЕНИРАН РЕЗЕРВОАР С ПАРЕН КОЖУХ

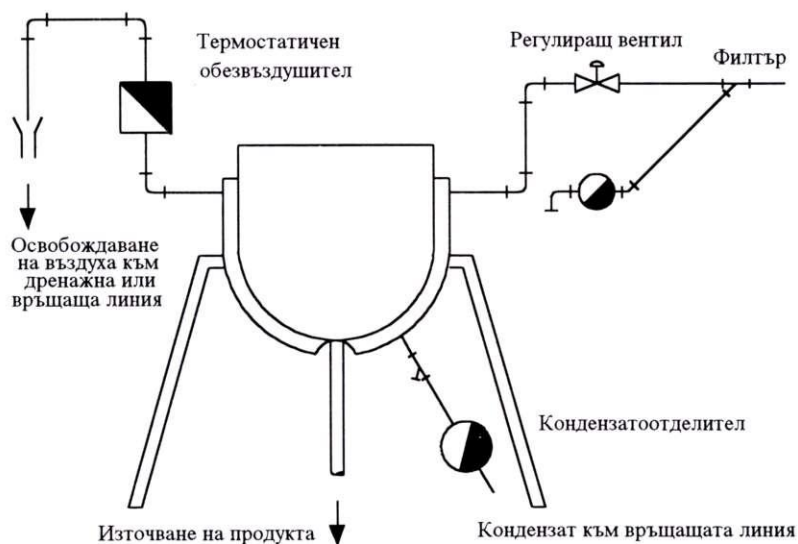


ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Резервоар с парен кожух Гравитационно източване и дрениране	ИБГО B,C,E,K,N	П&Т или Термостатичен
Резервоар с парен кожух Сифонно дрениране	ДКР (Автоматичен диференциален кондензатен регулатор) B,C,E,G,H,K,N,P	ИБГО

ИБГО Кондензатоотделител с ИБ с голям капацитет на вентилиране

П&Т Поплаватково-термостатичен кондензатоотделител

ПРИМЕР:

Изберете кондензатоотделител за резервоар с вместимост 1000 литра, използван да нагрява продукт с относително тегло 1.03 и специфична топлина 0.90 (мляко). Продуктът се загрева от стайна температура (20°C) до 80°C за половин час при налягане на парата 1.5 Bar.

Според формулата:

$$Q_c = \frac{1000 \cdot 1.03 \cdot 0.90 \cdot 60}{531.9 \cdot 0.5} = 209.1 \text{ kg/h}$$

Сега умножете с коефициент на сигурност 3 за да получите 627 kg/h кондензатен товар и изберете правилно необходимия кондензатоотделител.

При отчитане на стандартните изисквания и проблеми, свързани с неподвижни резервоари с гравитационно дренiranje, най-подходящ тип за използване се явява кондензатоотделителят с инверсно бутало.

Кондензатоотделителят с инверсно бутало е проектиран да освобождава

въздух и CO₂ при температура на парата и работи ефикасно при противоналягане. За обръщаеми резервоари с парен кожух (бланшори) със сифонно дренiranje, като първи избор се препоръчва автоматичен диференциален кондензатен регулатор (ДКР). Освен предимствата изброени за кондензатоотделителя с ИБ, кондензатният регулатор предлага отлични възможности за обезвъздушаване при ниско налягане и отлична способност за обработване на вторичната пара. Ако за сифонно дренiranje се използва кондензатоотделител с ИБ, изберете един размер по-голям от изчисления.

ОСНОВНИ ПРЕПОРЪКИ ЗА ПОСТИГАНЕ НА МАКСИМАЛЕН КПД

Желателна скорост на обработка на продукта. Поради важността на връзката между обработвания (готвения) продукт и избора на кондензатоотделител, за обект с много резервоари с парни кожуси е добре да се направят експерименти с различни размери кон-

дензатоотделители, за да се определи размерът, даващ най-добри резултати.

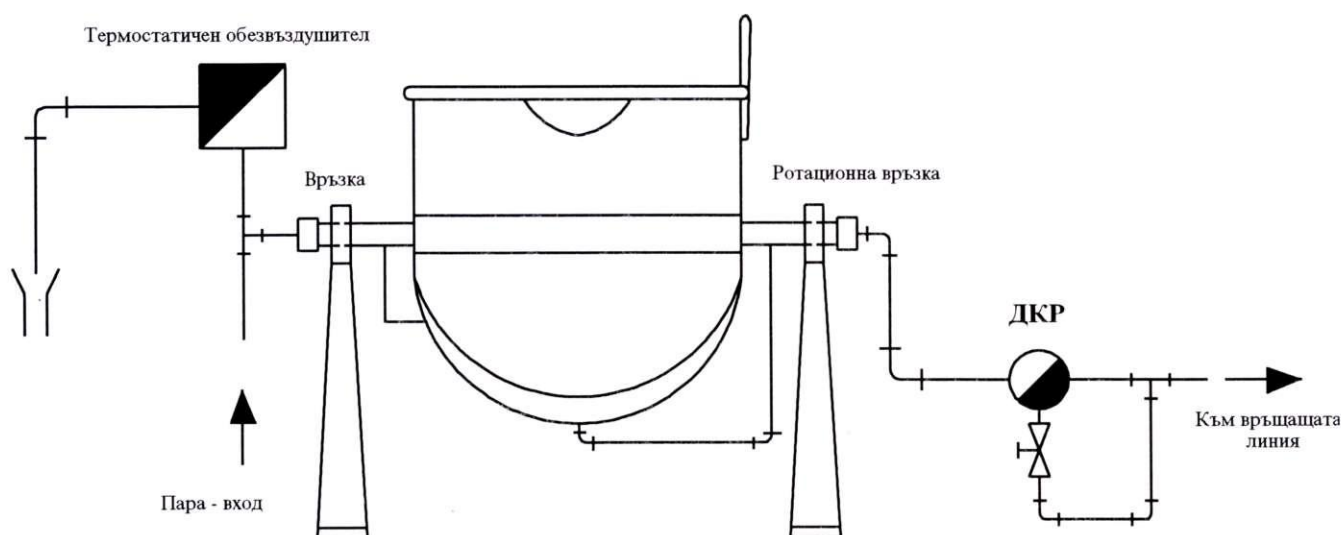
Захранване с пара. За захранване на резервоарите трябва да се използват тръбопроводи с достатъчно голям размер. Най-добри резултати се получават, когато входната дюза на резервоара е поставена в горния му край и отворът е прорязан и оформен така, че да се образува течение около цялата повърхност на кожата.

Монтаж

Кондензатоотделителите трябва да бъдат монтирани близо до резервоара. Надеждността и способността за обработване на натрупания въздух могат да се увеличат още чрез инсталиране на термостатичен обезвъздушител във високите точки на резервоара. Вж. фиг.30-1 и 31-1.

Никога не дренирайте два или повече казана с един кондензатоотделител. Груповото дренiranje ще доведе неизменно до "шунтиране" на някои от устройствата.

Фиг.31-1. ОБРЪЩАЕМ СИФОННО ДРЕНИРАН РЕЗЕРВОАР С ПАРЕН КОЖУХ (БЛАНШОР)



КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ ЗАТВОРЕНИ СТАЦИОНАРНИ ПАРНИ КАМЕРИ

Този вид оборудване включва плочни преси за производство на шперплат и други листови продукти, преси с парен кожух за каучукови и пластмасови части, автоклави за термообработка и стерилизация и реторти за готвене.

ПРОДУКТ ЗАТВОРЕН В ПАРНА ПРЕСА

В оборудване от този тип се формоват и обработват термично пластмасови и каучукови продукти (като кутии за батерии, играчки, тръбна арматура и автомобилни гуми), а шперплатът се пресова и залепва термично. Плоските преси за гладене са специализиран тип преса с парна камера от едната страна на обработвания продукт.

Избор на кондензатоотделител и коефициент на сигурност

Кондензатният товар за този тип оборудване се определя по формулата:

$$Q_c = A \cdot R \cdot SF, \text{ където,}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

A Пълна площ на нагревателната плоча в контакт с продукта в m^2

R Дебит образуван кондензат за единица площ в $kg/m^2/h$

(За целите на оразмеряването на кондензатоотделители може да се използва $R = 35 kg/m^2/h$).

SF Коефициент на сигурност

ПРИМЕР:

Какъв е кондензатният товар за средна нагревателна плоча на преса с плочи с размери 600 x 900 mm?

Според формулата:

$$Q_c = 0.54m^2 \cdot 35kg/m^2/h \cdot 3 = 56.7kg/h$$

Способността да почиства системата и пести енергия и устойчивостта на хидравлични удари правят кондензатоотделителя с ИБ най-подходящ за приложение при камери и шкафови с парен кожух, сушилни и гладачни преси. Термодинамичните и термостатични кондензатоотделители са приемлива алтернатива.

Монтаж

Въпреки че кондензатният товар на всяка плоча е малък, индивидуалното дрениране е важно, за да се избегне "свързването ѝ на късо" по отношение на дренирането. Виж фиг.32-1. Индивидуалното дрениране гарантира максимална и равномерна температура при определено парно налягане чрез ефективно дрениране и почистване от некондензиращите газове.

ДИРЕКТНО ВПРЪСКВАНЕ НА ПАРА В КАМЕРАТА С ПРОДУКТА

Този тип оборудване комбинира пара и продукт с цел термообработка, стерилизация или готвене. Примери са: автоклави, използвани в производството на каучук и пластмаси, стерилизация за хирургически цели и реторти за обработка на хранителни продукти след затварянето им в консервни кутии.

Избор на кондензатоотделител и коефициент на сигурност

Кондензатният товар може да се изчисли чрез използване на формулата:

$$Q_c = \frac{W \cdot c \cdot \Delta t}{r \cdot h}, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

W Тегло на материала в kg

c Специфична топлина на течността в kcal/kg $^{\circ}C$

Δt Повишение на температурата на течността в $^{\circ}C$

r Латентна (скрита) топлина на парата в kcal/kg.

h Време в часове

Фиг.32-1. Продукт затворен в преса с парен кожух

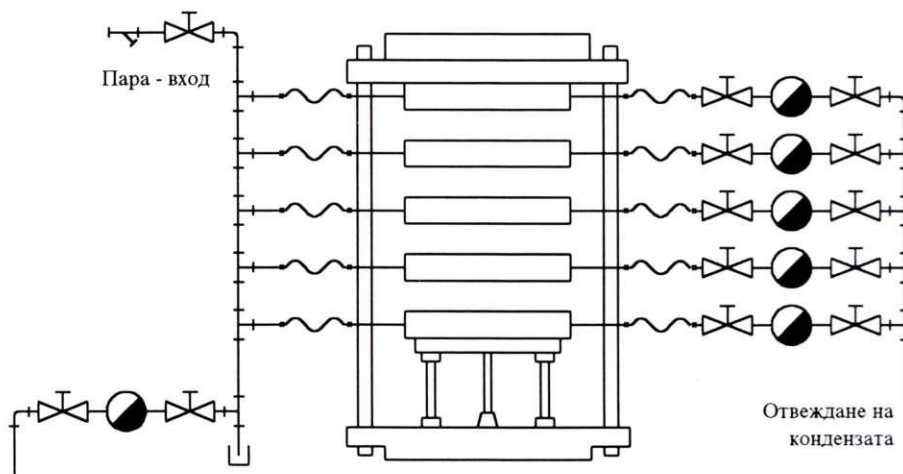


ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренирано оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Продукт затворен в преса с парен кожух	ИБ A,B,E,K	ДКР и Термостатичен
Директно впръскване на пара в камерата с продукта	*ИБ A,B,E,K,N	Термостатичен и П&Т и **ДКР
Продуктът в камерата, парата в кожуха	*ИБ A,B,E,K	Термостатичен и П&Т и **ДКР

* Препоръчва се допълнителен обезвъздушител

** Първи избор за съдове с голям обем

ДКР Автоматичен диференциален кондензатен регулатор

ИБ Кондензатоотделител с ИБ

П&Т Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител

ПРИМЕР:

Какъв ще бъде кондензатният товар за автоклав, съдържащ 100 kg каучуков продукт, който трябва да бъде нагрят до температура 150°C от начална температура 20°C. Автоклавът работи при 8 Bar налягане на парата и нагряването продължава 20 минути.

Според формулата

$$Q_c = \frac{100 \text{ kg} \cdot 0.50 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ \text{C} \cdot 130^\circ \text{C}}{488.8 \text{ kcal/kg} \cdot 0.33 \text{ h}} = 39 \text{ kg/h}$$

След умножение с коефициент на сигурност 3:1 се намира, че кондензатоотделителят трябва да има пропускателна способност 117 kg/h.

При това приложение, парата е в контакт с продукта, поради което се очаква отделяне на замърсен кондензат. Освен това, съдът е камера с голям обем, което налага специално внимание към отделянето на кондензата и некондензируемите газове. По тези причини се препоръчва кондензатоотделител с инверсно бутало с допълнителен термостатичен обезвъздушител, монтиран в горната част на камерата.

Ако не може да се монтира допълнителен термостатичен обезвъздушител, големите възможности за изхвърляне на въздуха трябва да са интегрирани в кондензатоотделителя. За тези случаи като първи избор се препоръчва автоматичен диференциален кондензатен регулатор. Алтернативата е

поплавково-термостатичен или термостатичен кондензатоотделител, предшествуван от филтър, който редовно да се проверява и почиства.

Монтаж

Тъй като парата и кондензатът са в контакт с продукта, кондензатът от кондензатоотделителя трябва почти винаги да бъде освободен по начин различен от простото му връщане към котела. В почти всички случаи това оборудване е гравитационно дренирано към кондензатоотделителя, но много често има изтласкване на кондензат след кондензатоотделителя. Тъй като парното налягане е обикновено постоянно това не представлява проблем. В най-високата точка на съда трябва да се монтира термостатичен обезвъздушител с цел пълно обезвъздушаване и по-бързо загряване на съоръжението. Виж фиг.33-1.

ПРОДУКТЪТ В КАМЕРАТА - ПАРАТА В КОЖУХА

Автоклави, реторти и стерилизатори са също срещани често примери за този тип оборудване, но кондензатът не е замърсен от пряк контакт с продукта и може да се върне директно към котела. За ефективна работа са необходими кондензатоотделители със способност за почистване и обезвъздушаване на големи обеми.

Избор на кондензатоотделител и коефициент на сигурност

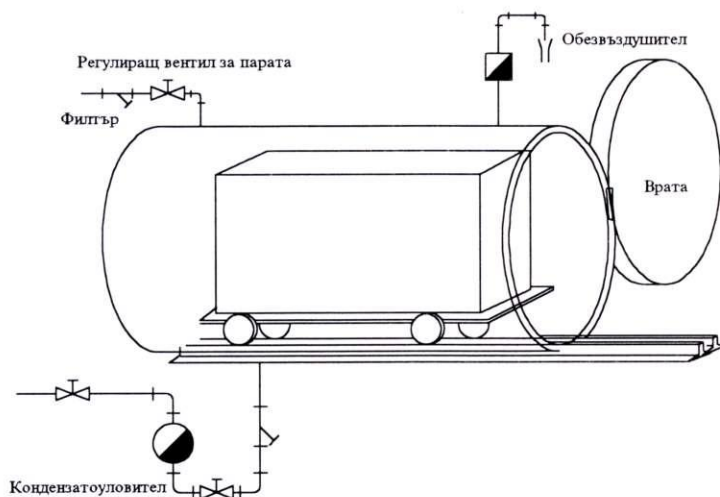
Оразмеряването на кондензатоотделители за случая "продукт в камерата - пара в кожата" се провежда по формулата за директно впръскване и се използва същият коефициент на сигурност - 3:1.

Препоръчва се кондензатоотделител с ИБ поради способността му да пести пара и да очисти системата и устойчивостта му на хидравлични удари.

Кондензатоотделителят с инверсно бутало би трябвало да се използва в комбинация с термостатичен обезвъздушител, монтиран отгоре на камерата с цел по-ефективна работа. Като алтернатива може да се използва поплавково-термостатичен или термостатичен кондензатоотделител. При големи камери, където не е възможно монтиране на допълнителен обезвъздушител като първи избор би трябвало да се разглежда автоматичният диференциален кондензатен регулатор.

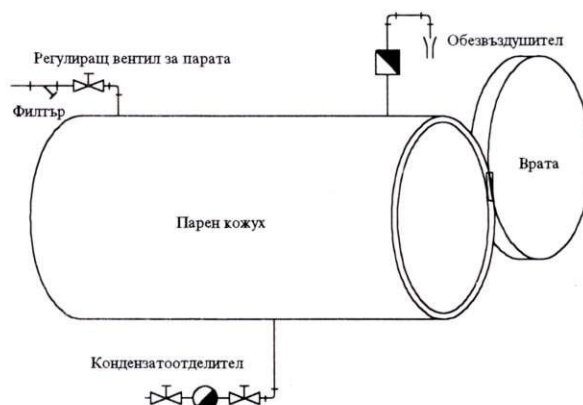
Монтаж

При оборудване тип "продукт в камерата - пара в кожата" парата и кондензатът не контактуват с продукта, поради което могат да се подадат към връщащата линия. Когато е възможно трябва да се монтира допълнителен термостатичен обезвъздушител в най-високата точка на камерата.



Фиг.33-1. ДИРЕКТНО ВПРЪСКВАНЕ НА ПАРА В КАМЕРАТА С ПРОДУКТА

Фиг.33-2. ПРОДУКТЪТ В КАМЕРАТА - ПАРАТА В КОЖУХА



КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ СУШИЛНИ БАРАБАНИ, ИЗИСКВАЩИ СИФОННО

Има две разновидности на сушилни барабани, които се различават значително по метода и начина на действие. Първият тип суши продукта чрез контактуването му с външната страна на пълен с пара барабан. При втория тип продуктът е вътре във въртящия се барабан и сушенето става чрез пряк контакт с напълнени с пара тръби, а при някои приложения се използва и парен кожух, около цилиндъра.

Коефициент на сигурност

Коефициентът на сигурност за двата типа сушилни зависи от типа на избраното дренажно устройство. За автоматичен диференциален кондензатен регулатор се избира коефициент на сигурност 3:1 приложен към максималния товар. Това ще даде достатъчна пропускателна способност за обработване на вторичната пара и големи ударни "заряди" от кондензат, устойчивост на промени в налягането и способност за отстраняване на некондензируемите газове. Автоматичният диференциален кондензатен регулатор изпълнява тези функции както при постоянно, така и при променливо налягане.

Ако се използва кондензатоотделител с инверсно бутало с голям капацитет на вентилиране, коефициентът на сигурност трябва да се увеличи, за да се компенсира присъствието на голям обем от некондензируеми газове и вторична пара. При условия на постоянно налягане, препоръваният коефициент на сигурност е 8:1, а при променливо налягане той би трябвало да се увеличи на 10:1.

ВЪРТЯЩ СЕ ЦИЛИНДЪР НАПЪЛНЕН С ПАРА, ПРИ КОЙТО ПРОДУКТЪТ Е ОТВЪН.

Тези сушилни се прилагат широко в хартиената, текстилната и хранително-вкусовата промишленост, както и при обработката на пластмаси, където типични примери са сушилни барабани за кожи, барабанни сушилни, гладачни каландри в перални и др.

Скоростта на работа варира от 1 - 2 оборота на минута до периферна скорост от порядъка на 1500 m за минута. Налягането на парата варира от атмосферно до над 19 Bar, а диаметрите са от 150 или 200 mm до 6 или повече метра. Във всички случаи се изисква сифонно дрениране и кондензатът винаги е придружен от вторична пара.

Избор на кондензатоотделител

Кондензатният товар може да бъде определен по формулата:

$$Q_c = \pi \cdot d \cdot R \cdot W, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

d Диаметър на сушилния барабан в метри

R Дебит кондензат за единица повърхност в kg/m²/h

W Ширина на сушилния барабан в метри.

ПРИМЕР:

Определете кондензатния товар на сушилен барабан с диаметър 1500 mm, широк 3000 mm и скорост на образуване на кондензата 35 kg/m²/h.

Според формулата:

$$Q_c = \pi \cdot 1.5 \cdot 35 \cdot 4 = 659.4 \text{ kg/h}$$

Фиг.34-1. ПРОДУКТЪТ ИЗВЪН СУШИЛНИЯ БАРАБАН

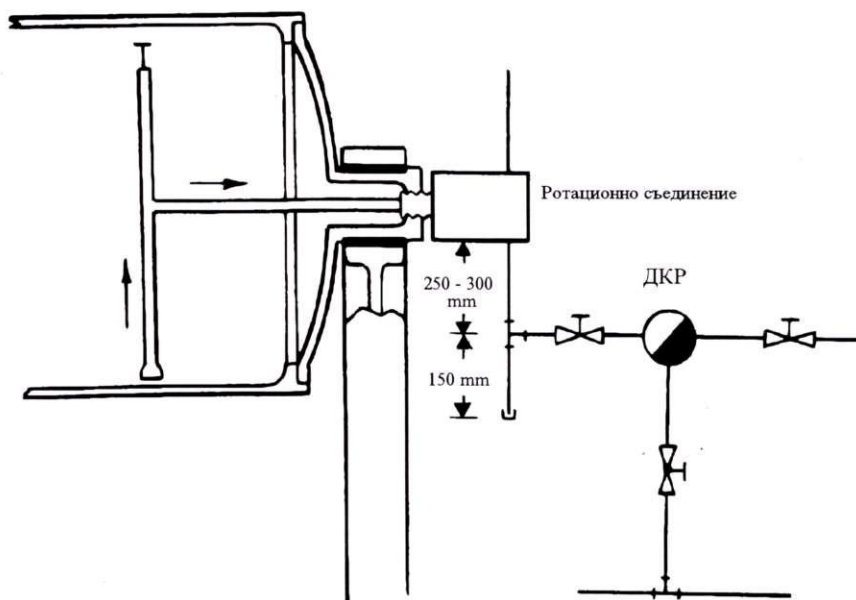


ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренажно оборудване	Първи избор и Кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Барабанна сушилна	ДКР A,B,K,M,N,P	*ИБГО

* При постоянно налягане използвайте коефициент на сигурност 8:1, а при променливо - 10:1.
ИБГО Кондензатоотделител с ИБ с голям капацитет на вентилиране
ДКР Автоматичен диференциален кондензатен регулатор

ВЪРТЯЩ СЕ ЦИЛИНДЪР НАПЪЛНЕН С ПАРА, ПРИ КОЙТО ПРОДУКТЪТ Е ВЪТРЕ

Този вид намира широко приложение в опаковането на месо, при химическата и хранително-вкусовата промишленост. Типични примери са зърносушилници, автоклави, кондиционери за бобови култури.

Скоростта на въртене е относително ниска, обикновено ограничена до няколко оборота в минута, докато парното налягане може да варира от 0 до 10 Ваг. Тези по-ниски скорости на въртене позволяват на практика във всички случаи кондензатът да се събира на дъното в специална камера. Отново е необходимо сифонно дрениране и има генерация на вторична пара по време на отстраняването на кондензата.

Избор на кондензатоотделител

Кондензатният товар, генериран от тези сушилници, може да се определи чрез използване на следната формула:

$$Q_c = N \cdot L \cdot R \cdot S, \text{ където}$$

Q_c Кондензатен товар в kg/h

N Брой тръби

L Дължина на тръбите в метри

R Дебит образуван кондензат за единица площ kg/m²/h (обикновено 30-45 kg/m²/h).

S Външна повърхност на тръбата в m² на метър (Вж. табл.35-1).

ПРИМЕР:

Какъв ще бъде кондензатният товар за ротационен стерилизатор с 30 стоманени тръби с диаметър 1 1/4" и с дължина 3 метра при R=40 kg/m²/h?

Според формулата:

$$Q_c = 30 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 0.13 = 468 \text{ kg/h}$$

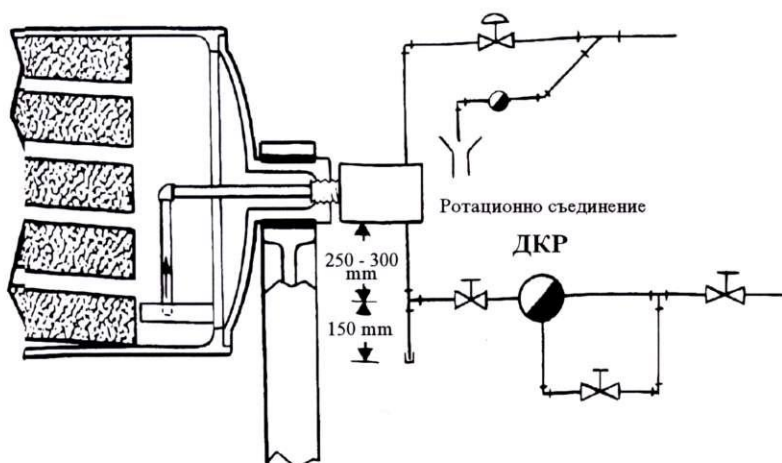
Препоръчва се автоматичен диференциален кондензатен регулатор, заради способностите му за почистване на системата и обработване на вторичната пара.

За някои приложения може да се използва правилно оразмерен кондензатоотделител с инверсно бутало с голям капацитет на вентилиране (ИБГО).

Монтаж

Във всички случаи дренирането на кондензата се изпълнява през ротационното съединение (фиг.34-1 и 35-1). Автоматичният диференциален кондензатен регулатор трябва да се монтира 250-300 mm под съединението с утайтел на още 150 mm надолу. Това осигурява резервоар за вълни от кондензат и увлечени частици накип.

Фиг.35-1. ПРОДУКТЪТ - ВЪТРЕ В БАРАБАНА



Въртящ се цилиндър дрениран със сифон - вътрешен сифон, заобиколен от пара. Част от кондензата се изпарява отново поради сифонната тръба с парен кожух и сифонното повдигане по време на засмукване.

Таблица 35-1. Размери на тръбите за изчисление на загубите от излъчване

Тръба	Външен		Външна	Тегло
	диаметър	повърхност		
инч	DN	mm	m ² /m	kg/m
1/8	6	10.2	0.03	0.493
1/4	8	13.5	0.04	0.769
3/8	10	17.2	0.05	1.020
1/2	15	21.3	0.07	1.450
3/4	20	26.9	0.09	1.900
1	25	33.7	0.11	2.970
1 1/4	32	42.4	0.13	3.840
1 1/2	40	48.3	0.15	4.430
2	50	60.3	0.19	6.170
2 1/2	65	76.1	0.24	7.900
3	80	88.9	0.28	10.100
4	100	114.3	0.36	14.400
5	125	139.7	0.44	17.800
6	150	165.1	0.52	21.200
8	200	219.0	0.69	31.000
10	250	273.0	0.86	41.600
12	300	324.0	1.02	55.600
14	350	355.0	1.12	68.300
16	400	406.0	1.28	85.900
20	500	508.0	1.60	135.000

КАК ДА СЕ ДРЕНИРАТ РАЗШИРИТЕЛИ (ЕКСПАНДЕРИ)

Когато горещ кондензат или вода от котела, които са под налягане се освобождават към по-ниско налягане, част от тях се изпарява и образува така наречената вторична пара. Топлосъдържанието на вторичната пара е равно на това на прясната при същото налягане, въпреки че тази ценна топлина се губи, когато се допусне да бъде изпусната през вентилационния отвор на събиращото устройство. При правилно оразмеряване и инсталиране на система за оползотворяване на отпадната топлина, латентната топлина на вторичната пара може да се използва за отопление на помещенията, за нагриване и подготовка на вода, нефтени продукти и други течности и като технологична топлина за процеси противачащи при ниско налягане.

Ако има отработена пара, тя може да бъде комбинирана с вторичната. В други случаи, към вторичната пара ще трябва да се добави прясна при понижено налягане. Действителното количество генерирана вторична пара варира според наляганията. Колкото е по-голяма разликата между началното налягане и това на страната, към която се разрежда, толкова по-голямо количество вторична пара ще се генерира.

За да се определи точното количество като процент вторична пара, формирана при определени условия, използвайте следната формула:

$$\% \text{ вторична пара} = \frac{q_1 - q_2}{r} \cdot 100$$

където:

q_1 топлосъдържание на кондензата при по-високото налягане преди разреждане, kcal/kg (Вж.парните таблици на стр.2).

q_2 топлосъдържание на кондензата при по-ниското налягане към което става изтичането на кондензата, kcal/kg (Вж.парните таблици на стр.2).

r скрита (латентна) топлина на парата при по-ниското налягане, към което става изтичането на кондензата, kcal/kg (Вж.парните таблици на стр.2).

ПРИМЕР:

Ако кондензат се изхвърля от оборудване при температура на парата и при налягане 10 bar, той има топлосъдържание 182 kcal/kg (вж. колона 5 в парната таблица). Когато кондензатът се освободи към атмосферно налягане 1 bar, температурата му спада на 99.6°C и топлосъдържанието му е 99.7 kcal/kg.

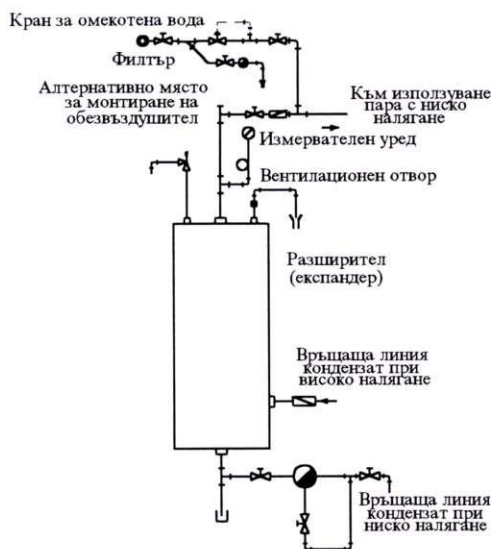
Излишъкът от 82.3 kcal топлина ще изпари определен процент кондензат. Според формулата:

$$\% \text{ Вторична пара} = \frac{182 - 99.7}{539.3} \cdot 100 = 15.3\%$$

Втори метод за определяне на процента генерирана вторична пара е използването на графиката за вторичната пара (вж. фиг.37-1). Решаването на горната задача става както следва: намерете по-високото налягане (10 bar), на абсцисната ос, след това намерете кривата, отговаряща на по-ниското налягане (1 bar), която в случая е крива "C", определете пресечната точка на вертикалната издигната от 10 bar с кривата "C". От тази точка прекарайте хоризонтална линия до ординатната ос. Отчетената стойност е процента образувана вторична пара (15.3%).

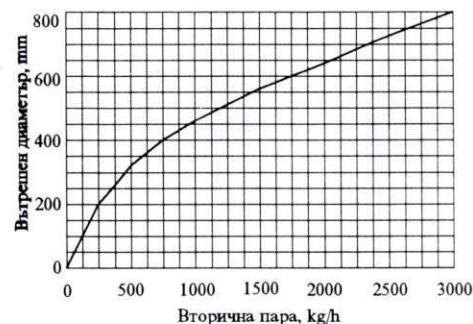
Избор на кондензатоотделител

Поради важността на проблема за пестене на енергия и способността за работа при противоналягане, най-подходящ за използване при обработка на вторична пара е кондензатоотделителят с инверсно бутало и голям капацитет на вентилиране (ИБГО). Освен това този модел работи в периодичен режим, а освобождава въздух и CO₂ при температура на парата.



Фиг.36-1. ТИПИЧНО СВЪРЗВАНЕ НА РАЗШИРИТЕЛ

Препоръчана схема за свързване и тръбна арматура за разширител (експандер) с добавяне на прясна пара. Възвратните вентили в подаващата линия предотвратяват загуба на вторична пара, когато линията не се използва. Обходната (байпасна) линия се използва, когато вторичната пара не може да се оползотвори. Предпазният вентил действа против повишаване на налягането и намеса в работата на кондензатоотделителя за високо налягане. Редуцирвентилът намалява високото налягане на прясната пара до налягането на вторичната пара, така че те да могат да бъдат смесени и използвани за отопление или технологична топлинна обработка.



Графика 36-1. Определяне на вътрешния диаметър на разширителния съд според обработваното количество вторична пара. Намерете точката от абсцисата, отговаряща на количеството пара в kg/h. Издигнете от тази точка вертикала и намерете пресечната ѝ с кривата. Ординатата на точката дава необходимия вътрешен диаметър.

ТАБЛИЦА НА ПРЕПОРЪКИТЕ

(За справка относно "Код на характеристиката" вж таблицата на стр.1)

Дренажно оборудване	Първи избор и кодове на характеристиките	Алтернативен избор
Разширители	ИБГО A,B,E,F,I,L,M	П&Т или * ДКР

* Препоръчва се, когато кондензатният товар превишава възможността на разширителя за сепарация

ИБГО Кондензатоотделител с ИБ с голям капацитет на вентилиране
ДКР Автоматичен диференциален кондензатен регулатор
П&Т Поплавъково-термостатичен кондензатоотделител

В някои случаи кондензатоотделителите от поплавъково-термостатичен тип са също приемливо решение. Едно от предимствата им е способността да обработват увеличеното съдържание на въздух при пусков режим.

Трети тип устройство, което може да бъде предпочитан избор за много случаи е автоматичният диференциален кондензатен регулатор. Той комбинира най-добрите черти на двата посочени уреда и се препоръчва за големи кондензатни товари, които надхвърлят възможностите на разширителя за сепарация на парата.

За удобство разширителят обикновено се конструира от парче тръба с голям диаметър с дъна заварени или съединени с винтове на място. Той трябва да се монтира вертикално. В горния край е изходът за парата, а в долния - за кондензата. Отворът, през който кондензатът постъпва в съда, трябва да бъде на 150 - 200 mm над този за източването му.

Важен размер е вътрешният диаметър на съда. Той трябва да е такъв, че съответната скорост, с която се издига парата нагоре към предназначения за нея изход, да е достатъчно ниска, за да не се увеличи голямо количество вода. Ако тази скорост се поддържа ниска, височината на съда не е от значение, но добра практика е използването на височина 700 до 1000 mm.

Установено е, че скорост на парата от около 2.5 m/sec вътре в разширителя осигурява добри условия за сепарация на парата от водата. На това се базира правилният избор на диаметър

за различни количества вторична пара. Резултатите са представени графично на фиг.36-1. Тази крива дава минималния препоръчан вътрешен диаметър. По-удобно е да се избере размер по-голям от отчетения.

Графиката 36-1 взема предвид само теглото, но не и налягането. Въпреки че при по-високо налягане обемът на парата и скоростта ѝ нагоре са по-малки поради това че парата е с по-голяма плътност, при тези условия има увеличаване на тенденцията за увеличаване на вода от парата. Затова се препоръчва независимо от налягането, за определяне на вътрешния диаметър да се използва графиката 36-1.

Коефициент на сигурност

Увеличеното количество кондензат при пускане и променливите товари по време на работа, придружени от ниска разлика в наляганията, предполагат при дренране на разширителя да се работи с коефициент на сигурност 3:1.

Монтаж

Връщащата кондензатна линия съдържа едновременно кондензат и пара. За да се оползотвори вторичната пара връщащият колектор се свързва с разширител (експандер), откъдето кондензатът се дренира, а парата се транспортира към точката на използването ѝ (фиг.36-1). Тъй като разширителят създава противоналягане спрямо кондензатоотделителите, които изхвърлят кондензата в него, тези кондензатоотделители трябва да бъдат избрани така, че да работят сигурно при противоналягане и да имат достатъчно голяма пропускателна способност при наличния пад на налягане.

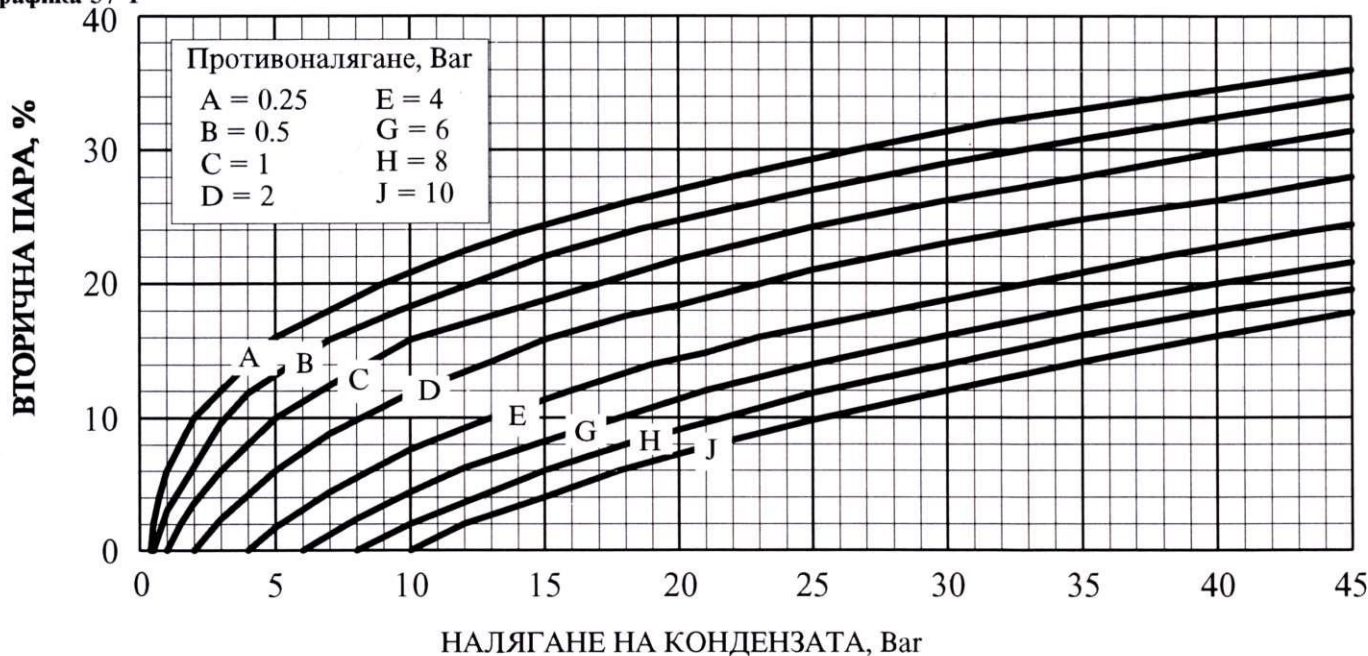
Кондензатните линии трябва да бъдат наклонени по посока на разширителя когато той се захранва от повече от една линия, всяка линия трябва да бъде оборудвана с възвратен клапан. Така всяка линия, която не се използва, ще бъде изолирана от другите и няма да бъде захранвана обратно с вторична пара. Ако кондензатоотделителят работи при ниско налягане, трябва да се направи гравитационно дренране към кондензатния резервоар.

Като общо, изборът на място за разширителя трябва да бъде съобразен с изискването - максимално количество вторична пара и минимална дължина на тръбите.

Кондензатните линии, разширителят и линиите за пара с ниско налягане, би трябвало да са изолирани за да се избегнат загуби от излъчване. Оборудването на входната тръба към разширителя с разпръсквателна дюза не се препоръчва. Тя може да се запуши, да спре потока кондензат и да създаде противоналягане за кондензатоотделителите.

Оборудване с ниско налягане, използващо вторична пара би трябвало да се дренира индивидуално и кондензатът да се изхвърля към линия - ниско налягане. От разширителя трябва да се освобождават големи обеми въздух, поради което за отстраняване на въздуха и предотвратяване преминаването му през системата ниско налягане се препоръчва използването на термостатичен обезвъздушител.

Графика 37-1



Преди инсталиране

Преди инсталиране на кондензатоотделителя тръбопроводът до него трябва да се прочисти чрез продухване с пара или съгъстен въздух (след това трябва да се почистят всички филтърни екрани).

Азбучни правила за мястото на монтиране на кондензатоотделителя

Да е достъпно за контрол и ремонт.
Да е под нивото на кондензатоуловителя, когато е възможно.
Близко до кондензатоуловителя.

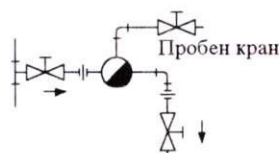
Схеми на свързване за кондензатоотделители. Фигури 38-1 до 39-5 показват типични монтажни схеми.

Когато кондензатоотделителите дренират парни магистрали, големи водонагреватели и други такива (където системата не може да бъде спряна за профилактика и ремонт по кондензатоотделителите), преди тях трябва да се монтира **спирателен вентил**. Това не се налага при малки, нагрявани с пара машини. В тези случаи един спирателен вентил на линията, подаваща пара към машината, е достатъчен.

На връщащата кондензата линия трябва да се монтира **спирателен вентил**, когато кондензатоотделителят има обходна линия. Това е добра идея и за случаите, когато налягането в кондензатния резервоар е високо. Вижте също частта за възвратните вентили.

Обходни (байпасни) линии (фиг. 38-5 и 38-6). Не се препоръчват, тъй като ако се оставят отворени ще попречат на работата на кондензатоотделителя. Ако все пак непрекъснатата работа на линията е абсолютно необходима, използвайте два кондензатоотделителя в паралел (основен и резервен).

Фитинги (нипели и муфи). Ако се използва само един, той би трябвало да бъде от страната на разреждане на кондензатоотделителя. При два фитинга, избягвайте хоризонтално или вертикално инсталиране в линията. Най-добрата практика е да се монтира под прав ъгъл (фиг.38-1 и 38-5) или успоредно (фиг.38-6).



Фиг.38-1 Типична монтажна схема за кондензатоотделител с инверсно бутало



Фиг.38-2 Типична монтажна схема за кондензатоотделител с инверсно бутало - вход отдолу - изход отгоре.

Стандартни съединения. Експлоатацията се опростява чрез запазване на дължини от входните и изходните щупери еднакви за кондензатоотделители с еднакъв размер и тип. В склада може да се съхранява резервен кондензатоотделител с идентична арматура. В случай, че кондензатоотделител трябва да се ремонтира, ще е лесно той да се демонтира и замени с резервен. Повредата може да се отстрани в работилницата и след ремонта кондензатоотделителят да чака отново в склада.

Пробните кранове (фиг.38-1) осигуряват отлично средство за проверка работата на кондензатоотделителя. Използвайте изпускателен кран (пробка) или малък проходен вентил. За изолиране на кондензатоотделителя при изпитания поставете възвратен клапан или спирателен кран в линията, към която става изхвърляне на кондензата.

Филтри. Инсталирайте филтри преди кондензатоотделителя ако са предвидени по спецификация или ако условията на замърсяване налагат това. Някои кондензатоотделители са почувствителни на замърсяване (вж. таблицата на препоръките на стр.1)

Има кондензатоотделители с вграден филтър. Когато е предвиден продухвателен клапан за филтъра, затворете вентила на линията, подаваща пара, преди да отворите този за продухвателния клапан. Кондензатът в тялото на кондензатоотделителя ще се изпари обратно през филтърния екран за пълно почистване. След това отворете бавно вентила на подаващата пара линия (фиг.38-3).

Утаителите са отлична бариера за частиците накип и други отпадни продукти (от отливане и пр.). Така се елиминират условията за ерозия в колената. Почиствайте периодично утаителите.

Сифонните инсталации изискват хидравличен затвор и възвратен вентил (с изключение на ДКР) преди кондензатоотделителя или в него. Сифонните тръби трябва да са с един размер по-малки от нормалния размер на използвания кондензатоотделител, но не по-малки от 1/2".



Фиг.38-3 Типична монтажна схема при странични вход и изход



Фиг.38-4 Монтажна схема за кондензатоотделител с инверсно бутало - вход отдолу

Качване (повдигане) на кондензат. Не преоразмерявайте вертикалните щрангове. Един размер под нормалния за работа ще даде отлични резултати.

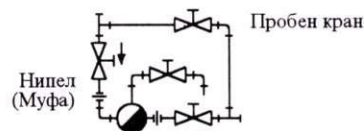
Възвратните вентили са често необходими и задължителни, ако на линията, към която се излива кондензат, няма спирателен вентил. Фиг.39-1 показва три възможни места за монтиране на външен възвратен вентил. Кондензатоотделителите на Armstrong с инверсно бутало имат вграден възвратен вентил, а термодинамичните работят като възвратен клапан. Препоръчаните места за монтаж са показани на схемите.

Възвратните вентили на линията, към която се изхвърля кондензатът, предотвратяват течение в обратна посока и изолират кондензатоотделителя при отворен пробен кран. Обикновено се монтира в точка "В" (фиг. 39-1). Когато връщащата линия е повдигната и има условия за замръзване на кондензатоотделителя, монтирайте възвратен вентил в точка "А" (фиг.39-1).

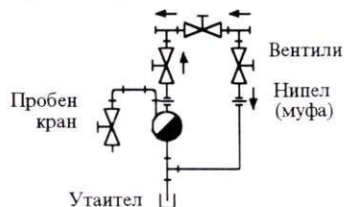
Възвратен вентил на входната линия предотвратява разрушаване на уплътнение, ако налягането падне внезапно или кондензатоотделителят е над кондензатоуловителя при тип с ИБ. Препоръчват се вградените в кондензатоотделителя възвратни вентили на Armstrong. Ако се използва отделен вентил, той се инсталира в точка "С".

Защита срещу замръзване

Правилно избран и инсталиран кондензатоотделител няма да замръзне докато парата постъпва към него. Ако се наложи спиране, парата кондензира и образува вакуум в топлообменника или в парния спътник. Това пречи кондензатът да се дренира от системата преди замръзване. Затова между дренирания оборудване и кондензатоотделителя трябва да се монтира клапан за компенсирание на вакуума. Ако няма гравитационно дренирание през кондензатоотделителя към връщащата линия, те трябва да бъдат източени ръчно или дренирани автоматично чрез дренажен щупер. Когато група кондензатоотделители са монтирани в станция, изолирането им може да предотврати замръзване.



Фиг.38-5 Монтажна схема за кондензатоотделител с ИБ с обходна линия



Фиг.38-6 Монтажна схема за кондензатоотделител с ИБ с обходна линия и вход отдолу - изход отгоре.

Превантивни мерки против замръзване

1. Не преоразмерявайте кондензатоотделителя
2. Линиите подаващи кондензата към кондензатоотделителя да са къси.
3. Линиите подаващи кондензата да са наклонени надолу за бързо гравитационно източване.
4. Линиите подаващи кондензата към кондензатоотделителя и връщащите паропроводи да се изолират
5. Ако има връщащи кондензатни линии изложени на външни атмосферни условия, трябва да се предвидят парни спътници.
6. Ако връщащата линия е висяща, прекарайте вертикална линия за отвеждане кондензата от кондензатоотделителя до горния край на връщащия колектор в съседство с дренажната тръба и изолирайте двете линии заедно. (вж. фиг.39-6).

ЗАБЕЛЕЖКА: Дълга хоризонтална отвеждаща линия от кондензатоотделителя е предпоставка за неприятности. В далечният край може да се образува лед, който да запечати тръбата. Постъпването на пара в кондензатоотделителя е невъзможно и кондензатът в него замръзва.

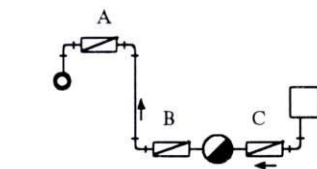
ИЗПИТВАНЕ НА КОНДЕНЗАТООТДЕЛИТЕЛИТЕ - ПРОИЗВОДСТВО НА ARMSTRONG

График за изпитване

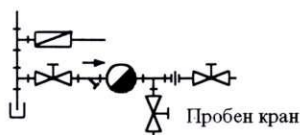
За максимално продължителна експлоатация и пестене на пара, трябва да има редовен график за изпитване и профилактика на кондензатоотделителите. Техният размер, работното налягане и важноста на процеса определят честотата на проверките.

Кондензатоотделители, работещи при високо налягане: 19 Bar и повече. В добре ръководените централни уредби или индустриални пароцентрали, работата на кондензатоотделителите се проверява навсякъде ежедневно или най-рядко ежеседмично.

Кондензатоотделители, работещи при средно налягане: 3 до 18 Bar. Проверка ежеседмично или ежемесечно.



Фиг. 39-1. Възможни места за монтаж на възвратен клапан



Фиг. 39-2. Типична монтажна схема за поплавково-термостатичен кондензатоотделител.

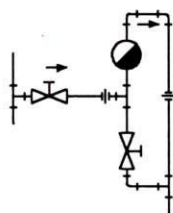
Кондензатоотделители, работещи при ниско налягане: 0 до 3 Bar. Проверка ежеседмично или годишно. Големи кондензатоотделители (DN 32 и по-големи) и монтирани на водонагреватели и други инсталации с голям капацитет може да се изпитват по-често.

Как да се изпитва

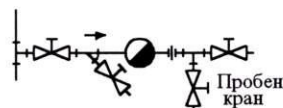
Най-добър е методът с пробен кран. Фиг.38-1 показва правилна монтажна схема, със спирателен вентил на връщащата линия, за да се изолира кондензатоотделителят от колектора. При отворен пробен кран трябва да се проверява:

1. **Освобождаване на кондензата (изхвърляне)** - кондензатоотделителите с инверсно бутало и термодинамичните би трябвало да изхвърлят кондензат периодично. Поплавково-термостатичните трябва да осигурят непрекъснато изхвърляне на кондензат, докато термостатичните могат да бъдат или с непрекъснато или с периодично действие в зависимост от товара.
2. **Вторична пара** - Не трябва да се бърка с пропуските на пара от вентила на кондензатоотделителя. Кондензат под налягане съдържа повече единици топлина (kcal/kg) отколкото кондензатът при атмосферно налягане. Когато кондензатът се освобождава (изхвърля) тази допълнителна топлина изпарява отново известно количество кондензат (вж. описанието на вторичната пара на стр.3).

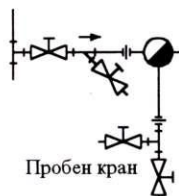
Как да се идентифицира вторичната пара: Използващите кондензатоотделители понякога объркват вторичната пара с пропуските през вентила. Ето разликата:



Фиг.39-3. Типична монтажна схема за автоматичен диференциален кондензатен регулатор



Фиг.39-4. Типична монтажна схема за термодинамичен кондензатоотделител



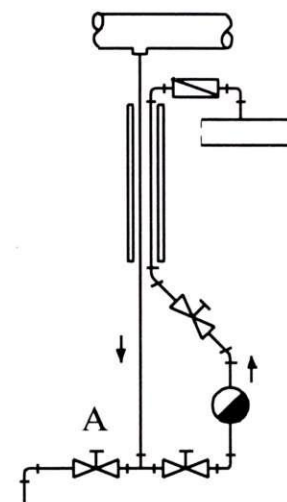
Фиг.39-5. Типична монтажна схема за термостатичен кондензатоотделител

Ако парата излиза навън непрекъснато като "синя" пара, това е пропускане. Вторичната (изпарена) пара излиза периодично (всеки път когато кондензатоотделителят изхвърля кондензат) под формата на безвизуален облак.

3. **Непрекъснато пропускане на пара** - Проблем (вж. стр.40).
4. **Няма поток** - Възможен проблем (вж. стр.40).

ТЕСТ С УСТРОЙСТВО ЗА "ПРОСЛУШВАНЕ". Използвайте прослушващо устройство или дръжте единия край на стоманен прът срещу капака на кондензатоотделителя, а другия край срещу ухото си. Би трябвало да сте в състояние да чуете разликата между периодичното разреждане, извършвано от някои кондензатоотделители и непрекъснатото - характерно за работата на други. Така правилната работа би трябвало да бъде различена от звука на по-високата скорост при продухване на кондензатоотделителя. За този метод се изисква значителен опит, тъй като други шумове се предават по тръбопровода.

ПИРОМЕТРИЧЕН МЕТОД НА ИЗПИТВАНЕ. Този метод може да даде или не точни резултати в зависимост от начина, по който е проектирана връщащата линия. Също при разреждане в обща връщаща линия, друг кондензатоотделител може да бъде "продушващ", причинявайки висока температура на изхода на изпитвания кондензатоотделител. По-добри резултати могат да се постигнат чрез комбиниране на този метод с прослушващо устройство.



Фиг.39-6. Инсталиране за работа при външни атмосферни условия, позволяващо кондензатоотделител на нивото на земята да бъде изпитван и поддържан, когато подаващата пара линия и връщащата линия са с високи колектори. Дренажната линия и линията, по която кондензатоотделителят отделя кондензат, са изолирани заедно, с цел да се предотврати замръзване. Забележете местоположението на възвратния вентил на линията към кондензатоотделителя и продухвателния клапан "А", който дренажа парната магистрала,

Следващото кратко описание ще бъде полезно при локализиране и отстраняване на почти всички неизправности в работата на кондензатоотделителите. Повечето от проблемите са свързани по-скоро със системата, отколкото с кондензатоотделителите.

Когато кондензатоотделител престане да работи и причината не е явна веднага, би трябвало да се проследи процесът на изхвърляне на кондензата. Ако инсталирането е с пробен кран, изпитването не представлява проблем. В противен случай, ще е необходимо да се развали връзката откъм страната на разреждане.

Студен кондензатоотделител - Няма отвеждане на кондензат Тогава:

- А. Налигането може да е твърде високо.
 - 1. От самото начало е дефинирано грешно налягане.
 - 2. Повишено налягане, без инсталиране на по-малка дюза.
 - 3. Предпазният клапан не работи.
 - 4. Уредът, отчитащ налягането в котела, дава по-ниски показания.
 - 5. Дюзата (изходният отвор) увеличена поради износване.
 - 6. Висок вакуум във връщащата линия увеличава разликата в наляганята над допустимата за работата на кондензатоотделителя.
- Б. Никакъв кондензат или пара не постъпват в кондензатоотделителя.
 - 1. Запушен от замърсявания филтър преди кондензатоотделителя.
 - 2. Повреден клапан в дририраната линия.
 - 3. Запушени тръба или коляно.
- В. Износен или дефектен механизъм. Поправете или заместете, което е нужно.
- Г. Тялото на кондензатоотделителя, запълнено със замърсявания. Инсталирайте филтър или отстранете източника на замърсяванията.
- Д. За кондензатоотделител с ИБ - буталото запълнено със замърсявания. Вземете предпазни мерки чрез:
 - 1. Инсталиране на филтър.
 - 2. Леко увеличаване на вентилационния отвор.
 - 3. Използване на вентилационен отвор с почистваща игла.
- Е. При поплавково-термостатичните кондензатоотделители, сифонната мембрана може да се разкъса вследствие на хидравличен удар и да предизвика излизане на кондензатоотделителя от строя при затворено състояние.

Ж. За термодинамични кондензатоотделители, устройството може да е монтирано в обратна посока.

Горещ кондензатоотделител - няма разреждане

- А. В кондензатоотделителя не постъпва кондензат.
 - 1. Кондензатоотделителят е монтиран над пропускащ байпасен вентил.
 - 2. Счупена или повредена сифонна тръба в сифонно дририран барабан.
 - 3. Наличие на вакуум във водонагреващи серпентини може да пречи на дририрането. Инсталирайте клапан за компенсирание на вакуума между топлообменника и кондензатоотделя.

Загуби на пара. Ако кондензатоотделителят освобождава прясна пара, причината може да бъде от следните:

- А. Клапанът ИБ може да ляга плътно в леглото.
 - 1. Частица от накип в дюзата.
 - 2. Износени части
- Б. Кондензатоотделител може да пропуска прясна пара:
 - 1. Ако кондензатоотделителят пропуска прясна пара, затворете входния вентил за няколко минути. След това плавно отворете. Ако кондензатоотделителят не пропуска вече прясна пара, има шанс да е изправен.
 - 2. Загубите на прясна пара са обикновено вследствие на внезапни или чести спадания на парното налягане. При такива случаи е необходимо монтиране на възвратен вентил в точките "D" и "C", съгласно фиг. 39-1. Ако е възможно монтирайте кондензатоотделя под нивото на кондензатоуловителя.
- В. За поплавково-термостатични и термостатични кондензатоотделители термостатичните елементи не могат да затворят.

Непрекъснато течение. Ако кондензатоотделител с инверсно бутало или термодинамичен кондензатоотделител освобождават непрекъснато кондензат, или поплавково-термостатичен или термостатичен кондензатоотделител изхвърлят кондензат при пълен капацитет, проверете следното.

- А. Кондензатоотделителят е твърде малък
 - 1. Трябва да се инсталира по-голям или допълнителен в паралел.
 - 2. Може би за условия на ниско налягане са използвани кондензатоотделители за високо налягане.

Монтирайте подходящо за случая устройство.

- Б. Ненормални водни условия. Котелът може да образува пяна или да предизвика увличане на вода от пара, изпращайки по този начин големи количества вода в парните линии. Трябва да се монтира сепаратор или да се променят условията за захранващата вода.

Бавно нагриване. Когато кондензатоотделителят работи задоволително, но дририраното устройство не нагрива правилно:

- А. Една или повече единици могат да са "свързани накъсо" по отношение на кондензатоотделителя. Спасението е в монтирането на кондензатоотделител за всяко устройство (вж. стр.14).
- Б. Кондензатоотделителите може да са твърде малки за ситуацията, макар привидно да изглежда, че обработват ефективно кондензата. Опитайте следващия размер кондензатоотделител.
- В. Може би способността на кондензатоотделителя за обезвъздушаване не е достатъчна или въздухът не достига до кондензатоотделителя. И за двата случая използвайте допълнителен обезвъздушител.

Мистериозни проблеми. Ако кондензатоотделителят работи задоволително, когато отделя към атмосферата, но има проблеми когато се свърже с връщащата линия, проверете следното:

- А. Противоналягане може да намали пропускателната способност на кондензатоотделителя.
 - 1. Връщащата линия твърде малка - кондензатоотделителят горещ.
 - 2. Обезвъздушителят към атмосферата в кондензатния резервоар може да е запушен - кондензатоотделителят горещ или студен.
 - 3. Задръстване на връщащата линия - кондензатоотделителят горещ.
 - 4. Излишен вакуум във връщащата линия - кондензатоотделителят студен.

Въображаеми проблеми. Ако изглежда че парата изтича всеки път, когато кондензатоотделителят отделя кондензат, запомнете: Горещият кондензат образува вторична пара, когато се освобождава към по-ниско налягане, но тя обикновено кондензира бързо във връщащата линия.

СПЕЦИФИЧНА ТОПЛИНА - ОТНОСИТЕЛНО ТЕГЛО

ТАБЛИЦА 41-1 ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА НА ТЕЧНОСТИ (L)
И ТВЪРДИ (S) ВЕЩЕСТВА (при 18-20°C)

Вещество	Състояние	Относително тегло	Специфична топлина kcal/kg ⁰ C
Азбестов картон	S	0.88	0.19
Азотна киселина, 10%	L	1.05	0.90
Азотна киселина, 60%	L	1.37	0.64
Азотна киселина, 95%	L	1.50	0.50
Алкохол, етилов (етанол), 95%	L	0.81	0.60
Алкохол, метилов (метанол), 90%	L	0.82	0.65
Алуминий	S	2.64	0.23
Амоняк, 100%	L	0.61	1.10
Амоняк, 26%	L	0.90	1.00
Асфалт	L	1.00	0.42
Асфалт, твърд	S	1.10-1.50	0.22-0.40
Ацетон, 100%	L	0.78	0.51
Бензин	L	0.73	0.53
Бензол	L	0.84	0.41
Вина, трапезни, десертни (средно)	L	1.03	0.90
Вода	L	1.00	1.00
Въглища	S	1.20-1.80	0.26-0.37
Вълна	S	1.32	0.33
Глина, суха	S	1.90-2.40	0.22
Глицерин, 100%	L	1.26	0.58
Диетиленгликол	L	1.11	0.58
Дървен материал	S	0.35-0.90	0.90
Захар, тръстикова и от цвекло	S	1.66	0.30
Захароза, 40% захарен сироп	L	1.18	0.66
Захароза, 60% захарен сироп	L	1.29	0.74
Зеленчуци, пресни (средно)	S		0.73-0.94
Каменовъглен катран (при 40°C)	S	1.20	0.35
Каучук, вулканизиран	S	1.10	0.42
Кленов сироп	L		0.48
Кожа	S	0.86-1.02	0.36
Кокс, твърд	S	1.00-1.40	0.27
Коприна	S	1.25-1.35	0.33
Корк	S	0.25	0.48
Лед	L	0.90	0.50
Лед	S	0.90	0.50
Ленено масло	L	0.93	0.44
Магнезиев окис, 85%	L	0.21	0.27
Масна киселина - палмитинова	L	0.85	0.65
Масна киселина - стеаринова	L	0.84	0.55
Мед	L		0.34
Мед (метал)	S	8.82	0.10
Месо, прясно (средно)	S		0.70
Мляко	L	1.03	0.90-0.93
Морска вода	L	1.03	0.94
Натриев хидроокис, 30% (сода каустик)	L	1.33	0.84
Натриев хидроокис, 50% (сода каустик)	L	1.53	0.78
Никел	S	8.90	0.11
Олово	S	11.34	0.03
Оцетна киселина, 10%	L	1.01	0.96
Оцетна киселина, 100%	L	1.05	0.48
Памук, тъкан	S	1.50	0.32
Памучно масло	L	0.95	0.47
Парафин	S	0.86-0.91	0.62
Парафин, разтопен	L	0.90	0.69
Плодове, пресни (средно)	S		0.80-0.88
Пясък	S	1.40-1.76	0.19
Риба, прясна (средно)	S		0.75-0.82
Сладолед	S		0.70
Соево масло	L	0.92	0.24-0.33
Солна киселина, 10%	L	1.05	0.75
Солна киселина, 31.5%	L	1.15	0.60
Солна луга - калциев хлорид, 25%	L	1.23	0.69
Солна луга - натриев хлорид, 25%	L	1.19	0.79
Стомана, мека (при 21°C)	S	7.90	0.11
Стомана, неръждаема, серия 300	S	8.04	0.12
Стъклена вата	S	0.07	0.16
Стъкло, пирекс(с голяма устойчивост)	S	2.25	0.20

ТАБЛИЦА 41-1. (Продължение)

Вещество	Състояние	Относително тегло	Специфична топлина kcal/kg ⁰ C
Сяра	S	2.00	0.20
Сярна киселина, 110% (изпаряваща се)	L		0.27
Сярна киселина, 20%	L	1.14	0.84
Сярна киселина, 60%	L	1.50	0.52
Сярна киселина, 98%	L	1.84	0.35
Твърда мазнина	L	0.92	0.64
Терпентин	L	0.86	0.42
Титан (търговски)	S	4.50	0.13
Толуол	L	0.86	0.42
Туткал (лепило), (2 части вода 1 част сух туткал)	L	1.09	0.80
Тухлена зидария	S	0.22	0.22
Фенол (карбонова киселина)	L	1.07	0.56
Фосфорна киселина, 10%	L	1.05	0.93
Фосфорна киселина, 20%	L	1.11	0.85
Хартия	S	0.45	0.45
Хлорал	L	1.62	0.22
Цинк	S	7.05	0.10

Таблица 41-2. ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА
НА ГАЗОВЕ (при 20°C)

Вещество	Относително тегло	Специфична топлина kcal/kg ⁰ C
Азот	0.970	0.253
Амоняк	0.600	0.540
Бензол		0.325
Бутан	2.000	0.455
Водна пара	2.300	0.453
Водород	0.069	3.420
Въглероден двуокис	1.500	0.210
Въглероден окис	0.970	0.255
Въздух	1.000	0.240
Етан	1.100	0.500
Етилен	0.970	0.450
Кислород	1.100	0.225
Метан	0.550	0.600
Пропан	1.500	0.460
Серен двуокис		0.162
Сероводород	1.200	0.250
Фреон - 12		0.160
Хлор	2.500	0.118

ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ПАРОПОДАВАЩИ И ВРЪЩАЩИ КОНДЕНЗАТ ЛИНИИ

Дефиниции

Парните магистрали транспортират пара от котела до мястото, където е инсталирано използващото парата оборудване.

Разклоненията транспортират парата от парната магистрала до нагряваното с пара оборудване.

Линия за отвеждане на кондензата е линията, по която изхвърлените от кондензатоотделителя пара и кондензат се подават към връщащата линия

Кондензатните (връщащи) линии полуват кондензат от много линии за отвеждане на кондензата от кондензатоотделителите и го транспортират обратно към котелното.

Оразмеряване на тръбопроводите

Два основни фактора са определящи за паро-кондензатните системи.

1. Началното налягане при котела и допустимият пад на налягане на цялата система. Общият пад на налягане в системата не би трябвало да надхвърля 20% от пълното максимално налягане при котела. Това включва всички спадания на налягането - загуби по тръби, коленна, вентили и т.н. Запомнете, че спаданията на налягане са загуби на енергия.
2. Скорост на парата. Ерозията и шумът се увеличават с увеличаване на скоростта. Разумни скорости за технологична пара са 15 до 50 m/sec, но отоплителни системи с ниско налягане обикновено имат

по-ниски скорости. Друго което трябва да се вземе предвид са бъдещи разширения на системата. Оразмерете тръбопроводите с оглед обозримото бъдеще. Ако се колебае, помнете че ще имате по-малко несприятности с пресоразмерени линии, отколкото с такива, които са на границата.

ПРИМЕР:

Каква е кондензатната пропускателна способност на паропровод с налягане 3 Bar и диаметър 50 mm?

В най-лявата колона ("Налягане на парата в Bar") на табл. 43-2 се намира редът за 3 Bar и в пресечната му точка с колоната за диаметър 50 mm се определя, че тръбата може поеме дебит 440 kg/h.

Таблица 42-1 ВЪТРЕШЕН И ВЪНШЕН ДИАМЕТЪР НА ТРЪБИ ПО DIN 2448

Присъединителен размер на тръбата	Присъединителен размер DN	Външен диаметър в mm	Дебелина на тръбата в mm	Вътрешен диаметър в mm
1/2"	15	21.3	2.0	17.3
3/4"	20	26.9	2.3	22.3
1"	25	33.7	2.6	28.5
1 1/4"	32	42.4	2.6	37.2
1 1/2"	40	48.3	2.6	43.1
2"	50	60.3	2.9	60.3
2 1/2"	65	76.1	2.9	70.3
3"	80	88.9	3.2	82.5
4"	100	114.3	3.6	107.1
5"	125	139.7	4.0	131.7
6"	150	168.3	4.5	159.3
8"	200	209.1	5.9	207.3
	250	273.0	6.3	260.4

Таблица 42-2. СКОРОСТ НА ПАРАТА В M/SEC

Диаметър на тръбата		Налягане на парата в Bar (маном.)			
Inch	mm	1	12	25	100
1/2	15	17	33	37	50
2	50	19	38	44	50
4	100	21	41	47	50
6	150	22	44	50	50

Таблица 43-1 МНОЖИТЕЛИ ЗА ПРОПУСКАТЕЛНАТА СПОСОБНОСТ ПРИ ПРЕГРЯТА ПАРА

За определяне пропускателната способност за прегрята пара използвайте корекционните множители от Табл.43-1.

РАЗМЕР НА ТРЪБАТА 32						
Налягане	Температура на парата, °C					
Bar	250	300	350	400	450	500
1	1.06	1.02	1.04	1.04	1.05	1.06
3	1.11	1.17	1.17	1.17	1.17	1.15
8	1.20	1.14	1.09	1.06	1.06	1.06
12	1.20	1.14	1.09	1.06	1.06	1.04
20	1.27	1.19	1.11	1.06	1.06	1.03
40	-	1.30	1.17	1.10	1.04	1.00
100	-	-	1.52	1.17	1.06	0.98

РАЗМЕР НА ТРЪБАТА 100						
Налягане	Температура на парата, °C					
Bar	250	300	350	400	450	500
1	1.10	1.08	1.12	1.13	1.13	1.15
3	1.30	1.08	1.00	1.11	1.30	1.30
8	1.15	1.09	1.08	1.10	1.09	1.10
12	1.18	1.15	1.09	1.09	1.10	1.09
20	1.28	1.19	1.11	1.09	1.09	1.08
40	-	1.25	1.14	1.11	1.05	1.02
100	-	-	1.47	1.14	1.06	0.97

РАЗМЕР НА ТРЪБАТА 200						
Налягане	Температура на парата, °C					
Bar	250	300	350	400	450	500
1	1.18	1.19	1.20	1.20	1.19	1.30
3	1.20	1.20	1.20	1.17	1.16	1.16
8	1.26	1.23	1.18	1.14	1.12	1.12
12	1.28	1.23	1.16	1.11	1.10	1.09
20	1.29	1.21	1.13	1.04	1.06	1.05
40	-	1.23	1.13	1.06	1.00	1.00
100	-	-	1.40	1.01	0.98	0.95

Таблица 43-2. ПРОПУСКАТЕЛНА СПОСОБНОСТ В KG/H

Налягане на парата, Bar	Диаметър на паропровода										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
0.1	7.5	13	22	35	55	90	150	240	400	620	930
0.3	10	17	28	46	72	120	200	315	520	810	1200
0.5	11	19	32	52	81	130	220	370	575	900	1350
1	15	26	46	74	115	190	320	500	790	1300	1900
2	25	44	72	122	190	310	520	820	1330	2100	3100
3	35	62	100	170	270	440	750	1180	1850	2900	3400
4	45	83	135	220	360	570	980	1570	2450	3900	5680
5	55	100	165	270	440	700	1200	1900	3000	4900	7200
6	66	120	200	330	520	830	1300	2300	3600	5900	8400
8	88	165	270	430	690	1100	1950	3100	4900	7950	11400
10	115	210	340	570	910	1450	2460	3900	6100	10100	14300
12	130	250	400	650	1060	1700	2900	4600	7300	11500	17000
14	160	290	470	770	1200	2000	3400	5400	8500	13500	20000
16	180	350	550	920	1450	2400	4100	6500	10000	16300	24000
18	200	380	610	1050	1650	2600	4600	7200	11500	18000	26000
20	230	430	700	1150	1850	3000	5100	8000	12600	20000	30000
22	270	490	770	1300	2050	3400	5800	9000	14400	23000	33000
25	300	560	900	1500	2400	3900	6600	10500	16500	25500	38000
30	370	630	1100	1840	3000	4800	8300	13000	20500	33000	48000
35	450	830	1350	2250	3600	5800	10000	15500	25000	40000	58000
40	520	970	1550	2600	4350	6800	11700	18100	29000	46000	67000
50	650	1200	1950	3300	5300	8500	14500	23000	37000	57000	84000
60	840	1500	2400	4250	6800	11111	18700	29000	47000	74000	111000
70	970	1700	2900	5000	7800	12500	22000	34000	53000	85000	127000
80	1300	2400	3700	6600	10500	16800	29000	46000	74000	115000	167000
100	1500	2760	4500	7900	12500	20000	34000	54000	87000	138000	275000

ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ПАРОПОДАВАЩИ И ВРЪЩАЩИ КОНДЕНЗАТ ЛИНИИ

Таблица 43-2 може да се използва и при определяне налягането, необходимо за известен дебит кондензат. Ако тръбопровод с диаметър 65 mm трябва да транспортира 4100 kg/h кондензат, какво е необходимото налягане? В колоната за диаметър 65 mm се намира стойността 4100 и по хоризонталата се отчита налягането - 16 Bar.

За бързо определяне на скоростта на парата вижте табл. 42-2. За точно оценяване може да се използва следната формула:

$$V = \frac{Q}{2826 d^2}, \text{ където}$$

V Скорост в m/sec

Q Товар пара в m³/h

d Вътрешен диаметър на тръбата в mm (вж. табл. 42-1)

Когато е необходимо, може да се намери пада на налягането в паропровода чрез използване на номограмата 44-1.

ПРИМЕР:

Да се определи пада на налягане в прав тръбопровод DN 80 с дължина 150 m, товар 2000 kg/h и налягане 6 Bar (манометр), а също така и налягането в края на линията.

Приемаме средно налягане в тръбопровода - 5.5 Bar (маном.). От таблиците се намира пад на налягане 38 mm BC/m, така че пада на налягане ще бъде $150 \times 38 = 5700 \text{ mm BC/m}$ или около 0.57 Bar. Налягането в края на тръбопровода тогава ще бъде $6 \times 0.57 = 5.43 \text{ Bar}$ (маном.).

Линии за отвеждане кондензата от кондензатоотделителите. Те обикновено са къси. Ако се приеме, че кондензатоотделителят е правилно оразмерен, препоръчва се линията за отвеждане кондензата от кондензатоотделителя да бъде с диаметър равен на присъединителния му. При много ниски разлики в наляганията между кондензатоотделителя и връщащата кондензатна линия, диаметърът на линията за отвеждане кондензат от кондензатоотделителя може да се увеличи с една степен.

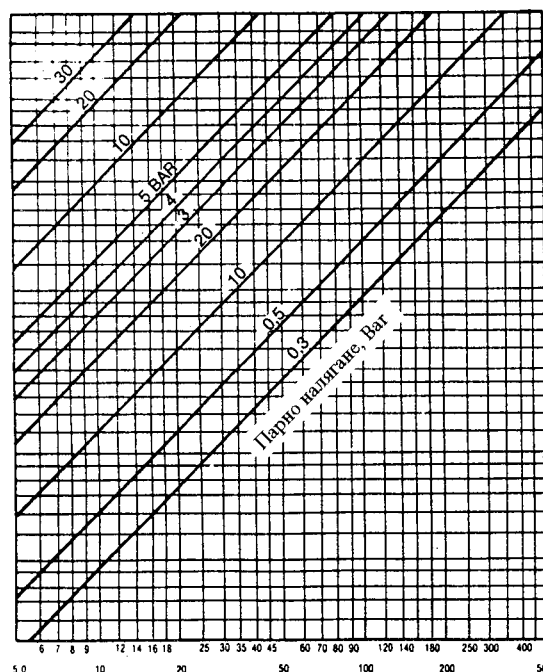
Връщащи (кондензатни) линии. При проектиране на такива линии за средни и големи обекти би трябвало да се потърсят услугите на консултант-специалист.

Кондензатоотделители и високо противоналягане.

Противоналягане над стандартното може да възникне поради замърсяване (образуване на накип) на връщащите линии, увеличаване на кондензатния товар или неизправности в работата на кондензатоотделителя. В зависимост от действието на конкретния кондензатоотделител, противоналягането може да бъде или да не бъде проблем. Ако има вероятност за противоналягане във връщащата линия, изберете кондензатоотделител, който ще може да работи при тези условия.

Противоналягането наистина намалява разликите в наляганията и отгук и пропускателната способност на кондензатоотделителя намалява. В тежки случаи намаляването на пропускателната способност може да наложи необходимост от използване на следващия размер кондензатоотделител за да се компенсира намалението на работните стойности на разликата в наляганията.

Диаграма 44-1. Пад на налягането при тръбопровода за наситена пара



За бързо изчисление използвайте графиките 45-1 и 45-2. Когато кондензатният товар е известен, трябва да се използва коефициент на сигурност поне 2. За нормални експлоатационни условия приемете скорост в тръбите от 1.5 до 2 m/sec. Скорост 3 m/sec би трябвало да се счита за висока

Графиките са построени за горещ кондензат при съответните налягания. Когато кондензатните температури са над съответните налягания, ще има изпаряване. В този случай трябва да се използват графиките за пара.

ПРИМЕР 1:

Определете необходимия размер за кондензатна линия при зададен капацитет 1000000 kcal/h. Като азбучно правило можем да приемем коефициент на предаване на латентна топлина 500 kcal/kg, което означава кондензатен товар от 2000 kg/h. С минимален коефициент на сигурност 2, кондензатопроводът би трябвало да пренася 4000 kg/h. Чрез използване на графика 45-1 може да се определи, че скоростта на кондензата ще бъде 1.4 m/s за тръба DN 32.

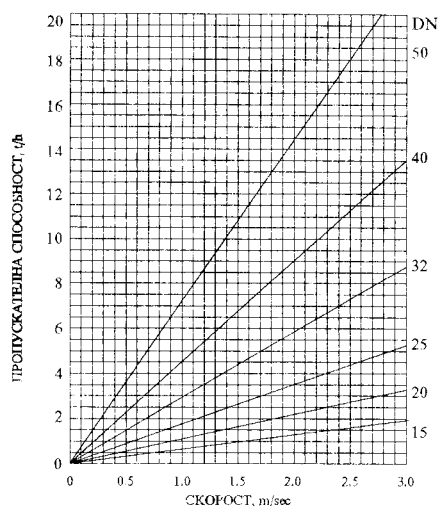
ПРИМЕР 2:

Какъв е максимално възможният кондензатен товар за тръбопровод 1" при скорост 2 m/sec? От фиг.45-1 определяме, че максималната пропускателна способност за този размер тръба е 3500 l/min или 3500 kg/min. При коефициент на сигурност 2 за обработване на вторична пара, която може да присъствува, тръбопроводът трябва да е способен да транспортира кондензат с дебит 1740 kg/h.

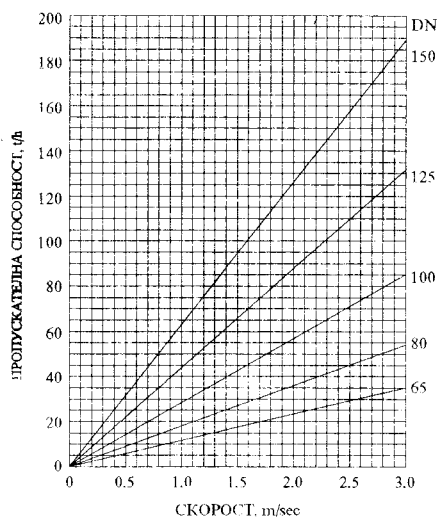
Графиките може да се използват и за определяне на максималното количество течност, която може да се транспортира при известна максимална скорост в m/sec (за тръбопровод за вода, тази скорост е обикновено 1.5 до 2 m/sec, като 3 m/sec се счита висока).

ПРИМЕР 3:

Какъв е падът на налягане в тръбопровод с размер DN 40 с пропускателна способност 400 kg/h и дължина 20 m? Коефициент на сигурност 2 дава пропускателна способност 800 kg/h. Таблица 45-1 показва, че с 2 mm BC/m, пълният пад на налягане в линията ще е $20 \times 2 = 40$ mm BC. В случай че кондензатопроводът е с наклон 2 mm на линеен метър, в тръбопровода няма да има пад на налягане. Ако обаче наклонът е само 1 mm на метър, падът на налягане ще бъде 20 mm BC или 0.002 Bar.



Фиг.45-1. Пропускателна способност за кондензат в зависимост от скоростта (V) за размер на тръбите DN 15, 20, 25, 32, 40 и 50



Фиг.45-2. Пропускателна способност за кондензат в зависимост от скоростта (V) за размер на тръбите DN 65, 80, 100, 125 и 150

Таблица 45-1 Пропускателна способност за кондензатни линии

Пад на налягане mm H ₂ O/m	Диаметър на тръбата в mm									
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150
1	67	153	310	677	1048	2149	3597	6413	13527	25410
2	95	217	438	958	1483	3040	5087	9070	19130	35935
3	116	266	537	1174	1816	3723	6230	11108	23430	44012
4	134	307	620	1355	2097	4299	7194	12827	27055	50821
5	150	343	693	1516	2345	4807	8044	14341	30248	56819
6	164	376	759	1660	2569	5265	8811	15710	33135	62242
7	177	406	820	1793	2775	5687	9517	16968	35790	67230
8	190	434	877	1917	2966	6080	10175	18140	38261	71871
9	201	461	930	2033	3146	6449	10792	19240	40582	76231
10	212	486	980	2143	3317	6798	11375	20281	42777	80355
12	232	532	1074	2348	3633	7447	12461	22217	46860	88024
14	251	575	1160	2536	3924	8043	13460	23997	50615	95077
16	268	615	1240	2711	4195	8599	14389	25654	54110	101642
18	285	652	1315	2876	4450	9120	15262	27210	57392	107807
20	300	687	1387	3032	4691	9614	16088	28682	60496	113639
22	315	721	1454	3180	4920	10083	16873	30082	63449	119186
24	329	753	1519	3321	5138	10531	17623	31420	66270	124485
26	342	784	1581	3457	5348	10961	18343	32702	68976	129568
28	355	813	1641	3587	5550	11375	19035	33937	71580	134460
30	368	842	1698	3713	5745	11774	19703	35128	74093	139179
32	380	869	1754	3835	5933	12160	20350	36280	76523	143743
34	392	896	1808	3953	6116	12535	20976	37397	78878	148167
36	403	922	1861	4067	6293	12898	21584	38481	81165	152463
38	414	947	1912	4179	6466	13252	22175	39535	83389	156641
40	425	972	1961	4287	6634	13596	22751	40563	85555	160710
42	435	996	2010	4393	6798	13932	23313	41564	87668	164679
44	446	1020	2057	4497	6958	14260	23862	42542	89731	168554
46	456	1042	2103	4598	7114	14580	24398	43499	91747	172342
48	465	1065	2148	4697	7267	14894	24923	44434	93721	176049
50	475	1087	2193	4794	7417	15201	25437	45350	95653	179679

Дебит за вторична пара в kg/h в връщащ кондензатопровод при атмосферно налягане. Горните стойности са изчислени при начално налягане 0.35 Bar (маном.). За други налягания умножете горните стойности за пропускателната способност със следните множители:

1 Bar : 0.415	7 Bar : 0.124	17 Bar : 0.07
2 Bar : 0.256	9 Bar : 0.108	31 Bar : 0.06
4 Bar : 0.162	12 Bar : 0.09	42 Bar : 0.055

ПОЛЕЗНИ ИНЖЕНЕРНИ ТАБЛИЦИ

Таблица 46-1. ТРЪБИ ПО DIN 2440

Диаметър	Външен диаметър	Дебелина на стената	Тегло
инч	mm	mm	kg/m
1/8	6	10.2	0.407
1/4	8	13.5	0.650
3/8	10	17.2	0.852
1/2	15	21.3	1.220
3/4	20	26.9	1.580
1	25	33.7	2.440
1 1/4	32	42.4	3.140
1 1/2	40	48.3	3.610
2	50	60.3	5.100
2 1/2	65	76.1	6.510
3	80	88.9	8.470
4	100	114.3	12.100
5	125	139.7	16.200
6	150	165.1	19.200

Таблица 46-2. ТРЪБИ ПО DIN 2441

Диаметър	Външен диаметър	Дебелина на стената	Тегло
инч	mm	mm	kg/m
1/8	6	10.2	0.493
1/4	8	13.5	0.769
3/8	10	17.2	1.020
1/2	15	21.3	1.450
3/4	20	26.9	1.900
1	25	33.7	2.970
1 1/4	32	42.4	3.840
1 1/2	40	48.3	4.430
2	50	60.3	6.170
2 1/2	65	76.1	7.900
3	80	88.9	10.100
4	100	114.3	14.400
5	125	139.7	17.800
6	150	165.1	21.200

Таблица 46-3. ТРЪБИ ПО DIN 2448

Диаметър	Външен диаметър	Дебелина на стената	Тегло
инч	mm	mm	kg/m
1/8	6	10.2	0.344
1/4	8	13.5	0.522
3/8	10	17.2	0.688
1/2	15	21.3	0.962
3/4	20	26.9	1.410
1	25	33.7	2.010
1 1/4	32	42.4	2.570
1 1/2	40	48.3	2.950
2	50	60.3	4.140
2 1/2	65	76.1	5.280
3	80	88.9	6.810
4	100	114.3	9.900
5	125	139.7	13.500
6	150	165.1	18.100

Таблица 46-4. РАЗМЕРИ НА ФЛАНЦИ ПО DIN

DN	PN6				PN10				PN16				PN25				PN40			
	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M
25	100	75	4	10	115	85	4	12	115	85	4	12	115	85	4	12	115	85	4	12
32	120	90	4	12	140	100	4	16	140	100	4	16	140	100	4	16	140	100	4	16
40	130	100	4	12	150	110	4	16	150	110	4	16	150	110	4	16	150	110	4	16
50	140	110	4	12	165	125	4	16	165	125	4	16	165	125	4	16	165	125	4	16
65	160	130	4	12	185	145	4	16	185	145	4	16	185	145	8	16	185	145	8	16
80	190	150	4	16	200	160	4	16	200	160	8	16	200	160	8	16	200	160	8	16
100	210	170	4	16	220	180	8	16	220	180	8	16	235	190	8	20	235	190	8	20
125	240	200	8	16	250	210	8	16	250	210	8	16	270	220	8	24	270	220	8	24
150	265	225	8	16	285	240	8	20	285	240	8	20	300	250	8	24	300	250	8	24
200	320	280	8	16	340	295	8	20	340	295	12	20	360	310	12	24	375	320	12	27
250	375	335	12	16	395	350	12	20	405	355	12	24	425	370	12	27	450	385	12	30
300	440	395	12	20	445	400	12	20	460	410	12	24	485	430	16	27	515	450	16	30

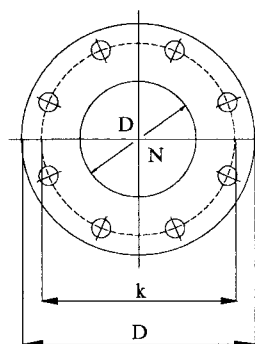


Таблица 46-5. СЪОТНОШЕНИЕ НА ВЕЛИЧИНИТЕ ОТ МЕТРИЧНАТА СИСТЕМА И ВЕЛИЧИНИТЕ УПОТРЕБЯВАНИ ВЪВ ВЕЛИКОБРИТАНИЯ И САЩ

ДЪЛЖИНА		НАЛЯГАНЕ	
1 mm = 0.0394 inch	1 inch = 25.4 mm	1 kg/cm ² = 14.22 psi.	1 psi. = 0.0703 kg/cm ²
1m = 3.28 feet	1 foot = 0.305 m	1 kg/m ² = 0.205 psf.	1 psf. = 4.882 kg/m ²
ПОВЪРХНОСТ		ТОПЛИНА	
1 cm ² = 0.155 sq.inch	1 sq.inch = 6.45 cm ²	1 kcal = 1000 cal	
1 m ² = 10.764 sq.feet	1 sq.foot = 0.0929 m ²	1 kWh = 859.8 kcal	
ОБЕМ		1 Btu/Ft ² /h/°C = 4.882 kcal/m ² /h/°C	
1 dm ³ = 61.02 cu.inch	1 cu.inch = 16.39 dm ³	ТЕМПЕРАТУРА	
1 m ³ = 35.02 cu.feet	1 cu.feet = 38.32 dm ³	Δt _c = 5/9 Δt _f	Δt _f = 9/5 Δt _c
СКОРОСТ		t _c = 5/9(t _f - 32)	t _f = 9/5t _c + 32
1 m/sec = 3.281 feet/sec	1 foot/sec = 0.305 m/s	t _c - температура по Целзий	
МАСА		t _f - теетпература по Фаренхайт	
1 kg . 2.205 pound (lb.)	1 pound (lb.) = 0.452 kg		

АЗБУЧЕН УКАЗАТЕЛ

- Абсорбционни машини, 25
- Автоматичен диференциален кондензатен регулатор, 13
- Биметален кондензатоотделител, 11
- Въздух
 - причина за бавно нагряване и ниска температура, 6
 - влияние върху температурата на парата, 6
- Вторична пара, 3
- Замръзване, предпазване на кондензатоотделителите, 38,39
- Затворени стационарни парни камери, оборудване за, 32,33
- Коефициент на сигурност обяснение 14,15 за различни прил. 16-37
- Коефициент на топлопредаване,
 - Кожухотръбни топлообменници, 26,27
- Кондензатоотделители
 - автоматичен дифер.кондензатен регулатор, 13
 - биметален, 11
 - инверсно бутало, 8,9
 - термодинамичен, 11
 - термостатичен, 12
- Кондензатоотделители, избор, 14,15
- Котелни колектори 16
- Магистрала, парни 16,17
- Множители за превръщане на мерни единици, 46
- Монтаж, 38,39
- Налягане, разлики в налягането, 15
- Номограми
 - Множител за избор на кондензатоотделители за дренiranje на тръбни серпентини, 22
 - Процент вторична пара, 3
 - Средна температурна разлика, 29
- Обходни (байпасни) линии 38
- Оразмеряване на кондензатоотделители за
 - абсорбционни машини, 25
 - автоклави, 32
 - водонагреватели, 26
 - въздухоподготвящо оборудване, 22
 - изпарители, 28,29,36,37
 - котелни колектори, 16
 - отклонения от главния тръбопровод, 18
 - отоплително оборудване, 22,23
 - парни камери, затворени, стационарни, 32,33
 - парни магистрала, 16,17
 - парни спътници, 20,21
 - пароразпределителни системи, 16,17,18,19
 - подготовка на въздух за горене, 24
 - потопени серпентини, 26,27
 - преси, 32
 - резервоари с кожух, 30,31
 - реторти, 32
 - сепаратори, 19
 - серпентини,
 - отопление, 22,23
 - потопени, 26,27
 - тръбни, 22,23,27
 - сушилни, ротационни, 34,35
 - технологични сушилни, 24
 - топлообменници, 26,27
 - тръбни серпентини, 22,23,27
 - тунелни сушилни, 24
- Оразмеряване, тръби и връщащи кондензат линии, 42,43,44,45
- Отклонения (от тръбопровода) 18
- Относително тегло, 41
- Отопление на затворени помещения, оборудване за, 22,23
- Панелни серпентини, 26,27
- Пара
 - основни понятия, 4
 - вторична, 3
 - как се използва топлината, 4
 - пропуски (утечки), тяхната цена, 7
 - пропуски (утечки), изпитания за, 38,39
 - нужда от дренiranje, 5
 - таблицы, 2
- Парни магистрала, 17,18
- Парни спътници, 20,21
- Парни таблицы, 2
- Пароразпределителни системи, 16,17,18,19
- Подгреватели за технологичен въздух, 24,25
- Поддържане на кондензатоотделители, 39,40
- Поплавъково-термостатични кондензатоотделители, 10
- Потопени серпентини, 26,27
- Препоръки, 1,16,18,20,22,24,25,26,28,30,32,34,38
- Проблеми, 40
- Разширители, 36,37
- Резервоари (реактори), 30,31
- Ротационни сушилни, 34,35
- Свързване на късо, ефект на, 14
- Специфична топлина, 41
- Таблицы на препоръките, 1,16,18,20,22,24,25,26,28,30,32,34,36
- Таблицы, технически, полезна информация
 - въздух, влияние върху температурата на парата, 6
 - кондензиране в неиззолирана тръба, 23
 - тръби
 - пропускателна способност
 - кондензат, 43
 - пара, 42,43,44,45
 - множители на превръщане, 46
 - размери, 46
 - пара кондензирана в, поради излъчване, 17
 - наситена пара, свойства, 2
 - намаляване на температура поради наличие на въздух, 6
 - к стойности
 - потопени серпентини, 27,29
 - тръбни серпентини, 27,29
- Термодинамичен кондензатоотделител, 11
- Термостатичен кондензатоотделител, 12
- Тръбни серпентини, 22,23,27
- Утечки (пропуски), на пара, тяхната цена, 7
- Хидравличен удар, 5

**An Armstrong stainless
steel inverted bucket.**

**Armstrong's WT-1
Steam Trap.**

**When you want a subcooling trap
for low-capacity tracer line service.**

ARMSTRONG Y TYPE PIPE STRAINERS

Armstrong's New Pumping Trap
Eliminates the high cost of
maintaining electric condensate pumps

YOUR BUSINESS DEPENDS ON ENERGY,
OUR BUSINESS DEPENDS ON CONSERVING IT.