



JAK ODVÁDĚT KONDENZÁT



SAGE ENERGO a.s., Hlinky 144, Brno 603 00
tel.: 05/4332 1309 fax: 05/4321 3758 e-mail: armstrong@sage.cz
<http://www.sage.cz/armstrong>

Kód vlastností (rozsah od A do Q), uvedený v tabulce dole, umožňuje rychlou orientaci při výběru odvaděče kondenzátu pro specifické zařízení.

Tabulka doporučení odvaděče kondenzátu uvádí ty nejdůležitější vlastnosti, které tento odvaděč splňuje pro danou aplikaci.

Na příkladu vidíte postup při stanovení odvaděče kondenzátu pro samospádově odvodňovaný duplikátor:

1. Na příslušné straně této příručky naleznete stať s popisem odvodu kondenzátu - Duplikátory. V této kapitole je zobrazena tabulka doporučení pro tuto aplikaci.

Ošetřované zařízení		Odvaděč
Duplikátor Samospádová výpusť	Základní volba B, C, E, K, N	IBLV
	alternativa	F&T nebo termostatický
Duplikátor Výklopný sífónový odvod	Základní volba B, C, E, G, H, K, N, P	DC
	alternativa	IBLV

2. V tabulce vyberete samospádovou výpusť a u ní je uvedena doporučená první volba odvaděče kondenzátu s kódy vlastností, které tento odvaděč splňuje. V tomto případě je uveden odvaděč IBLV a kódy vlastností B, C, E, K, N.

3. Nyní se podíváme do tabulky „Jak různé typy odvaděčů kondenzátu vyhovují specifickým pracovním podmínkám“, uvedené na této straně. Zde je uveden popis jednotlivých vlastností. Např. B znamená, že odvaděč má výbornou životnost.

4. S ohledem na testování a provoz při daných provozních podmínkách je úspora energie (B) kloboučkových odvaděčů kondenzátu uváděna jako výborná. Postup je stejný i pro ostatní značky.

Zkratky odvaděčů kondenzátu

- IB** - Kloboučkový odvaděč kondenzátu
- IBLV** - Kloboučkový odvaděč kondenzátu s velkým odzdušňovacím otvorem
- IBT** - Kloboučkový odvaděč kondenzátu s bimetalickým elementem
- BCV** - Kloboučkový odvaděč se zabudovaným zpětným ventilem
- DC** - automatický diferenční regulátor kondenzátu
- F&T** - plovákový a termostatický odvaděč kondenzátu
- CD** - termodynamický odvaděč kondenzátu
- TS** - termostatický odvaděč kondenzátu
- BI** - bimetalický odvaděč kondenzátu

Jak různé typy odvaděčů kondenzátu vyhovují specifickým pracovním podmínkám

Kód vlastnosti	Vlastnost	Kloboučkový	Plovákový a termostatický	Diskový (termodyn.)	Termostatický	Diferenční regulátor	Bimetal
		IB	F&T	CD	TS	DC	BI
A	Způsob provozu	přerušovaný	plynulý	přerušovaný	plynulý (1)	plynulý	plynulý
B	Úspora energie (životnost)	výborná	dobrá	slabá	přijatelná	výborná (2)	slušná
C	Odolnost proti opotřebení	výborná	dobrá	slabá	přijatelná	výborná	slušná
D	Odolnost proti korozi	výborná	dobrá	výborná	dobrá	výborná	slušná
E	Odolnost proti hydr. rázům	výborná	slabá	výborná	slabá	výborná	výborná
F	Odvádí vzduch a CO ₂ při teplotě páry	ano	ne	ne	ne	ano	ne
G	Schopnost odvádět vzduch při velmi nízkém tlaku (1,5 kPa přetlaku)	slabá	výborná	NR (3)	dobrá	výborná	dobrá
H	Schopnost odvádět náběhové množství vzduchu	slušná	výborná	slabá	výborná	výborná	výborná
I	Provoz při protitlaku	výborný	výborný	slabý	výborný	výborný	výborný
J	Odolnost proti poruše zamrznutím (4)	dobrá	slabá	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá
K	Schopnost propláchnutí systému	výborná	slušná	výborná	dobrá	výborná	dobrá
L	Výkon při velmi malých zatíženích	výborný	výborný	slabý	výborný	výborný	dobry
M	Reakce na příchod kondenzátu	okamžitá	okamžitá	zpožděná	zpožděná	okamžitá	zpožděná
N	Provoz při znečištění	výborný	slabý	slabý	přijatelný	výborný	slabý
O	Poměrná velikost	velký (5)	velký	malý	malý	velký	velký
P	Schopnost provozu s expanzí parou	slušná	slabá	slabá	slabá	výborná	slabá
Q	Poloha při mechanické poruše (zavřený - otevřená)	otevřený	uzavřený	otevřený (6)	pozn. (7)	otevřený	otevřený

1. Může být přerušovaný při nízkém tlaku
2. Výborná při využití zbytkové páry
3. Nedoporučuje se pro provoz při nízkém tlaku

4. Nedoporučují se litinové odvaděče
5. U provedení ze svařované nerez oceli - střední

6. Při selhání, způsobeném nečistotami, se uzavře
7. Při selhání může zůstat otevřený nebo uzavřený v závislosti na konstrukci vlnovce

Definice a názvosloví :

Absolutní tlak (Sloupec 1):

Tlak vztažen k absolutní nule.

Vztah Tlak-Teplota (Sloupce 1 a 2):

Pro každou hodnotu absolutního tlaku existuje právě jedna hodnota teploty, při které dochází k varu kapaliny. Tato teplota se nazývá teplotou varu a je pouze funkcí tlaku.

Měrný objem páry (Sloupec 3) je

objem páry na jednotku hmotnosti.

Entalpie syté vody (Sloupce 4 a 6):

Je to množství tepla, potřebné k ohřátí 1kg vody z 0°C na teplotu varu při daném tlaku.

Výparné teplo páry (Sloupce 5 a 7):

Je to množství tepla, které je potřeba k vypaření 1kg syté kapaliny při stálém tlaku. Toto teplo je také předáno při kondenzaci 1kg páry .

Kapalinné teplo (kJ/kg):

Množství tepla potřebné pro zvýšení teploty 1kg vody z 0°C na teplotu varu při dané teplotě a tlaku. Jednotkou je kJ/kg

Měrná tepelná kapacita c_p (kJ/kgK):

je to množství tepla, které je potřeba přivést látce k jejímu ohřátí o 1Kelvin.

Vlastnosti vody a vodní páry ve stavu nasycení

Absolutní tlak bar	Teplota syté vody a páry °C	Měrný objem páry m ³ /kg	Kilojoule		Kilokalorie	
			Entalpie syté vody kJ/kg	Výparné teplo páry kJ/kg	Entalpie syté vody kcal/kg	Výparné teplo páry kcal/kg
Sl. 1	Sl. 2	Sl. 3	Sl. 4	Sl. 5	Sl. 6	Sl. 7
p abs	t_s	v''	l'	lv	h'	r
0,01		129,20	29	2 484	7,0	593,5
0,02	17,5	67,01	73	2 460	17,5	587,6
0,03	24,1	45,67	101	2 444	24,1	583,9
0,04	29,0	34,80	121	2 433	29,0	581,2
0,05	32,9	28,19	138	2 423	32,9	578,9
0,06	36,2	23,47	151	2 415	36,2	577,0
0,07	39,0	20,53	163	2 409	39,0	575,5
0,08	41,5	18,10	174	2 403	41,5	574,0
0,09	43,8	16,20	183	2 398	43,8	572,8
0,10	45,8	14,67	192	2 393	45,8	571,8
0,20	60,1	7,650	251	2 358	60,1	563,3
0,30	69,1	5,229	289	2 335	69,1	558,0
0,40	75,9	3,993	317	2 319	75,9	554,0
0,50	81,3	3,240	340	2 305	81,3	550,7
0,60	86,0	2,732	359	2 293	85,9	547,9
0,70	90,0	2,365	376	2 283	89,9	545,5
0,80	93,5	2,087	391	2 274	93,5	543,2
0,90	96,7	1,869	405	2 265	96,7	541,2
1,00	99,6	1,694	417	2 257	99,7	539,3
1,5	111,4	1,1590	467	2 226	111,5	531,8
2,0	120,2	0,8854	504	2 201	120,5	525,9
2,5	127,4	0,7184	535	2 181	127,8	521,0
3,0	133,5	0,6056	561	2 163	134,1	516,7
3,5	138,9	0,5240	584	2 147	139,5	512,9
4,0	143,6	0,4622	604	2 133	144,4	509,5
4,5	147,9	0,4138	623	2 119	148,8	506,3
5,0	151,8	0,3747	640	2 107	152,8	503,4
6,0	158,8	0,3155	670	2 084	160,1	498,0
7,0	164,9	0,2727	696	2 065	166,4	493,3
8,0	170,4	0,2403	721	2 046	172,2	488,8
9,0	175,4	0,2148	742	2 029	177,3	484,8
10	179,9	0,1943	762	2 013	182,1	481,0
11	184,1	0,1774	778	1 998	186,5	477,4
12	188,0	0,1632	798	1 983	190,7	473,9
13	191,6	0,1511	814	1 970	194,5	470,8
14	195,0	0,1407	830	1 958	198,2	467,7
15	198,3	0,1317	844	1 945	201,7	464,7
16	201,4	0,1237	858	1 933	205,1	461,7
17	204,3	0,1166	871	1 921	208,2	459,0
18	207,1	0,1103	884	1 910	211,2	456,3
19	209,8	0,1047	897	1 899	214,2	453,6
20	212,4	0,09954	908	1 888	217,0	451,1
25	223,9	0,07991	961	1 839	229,7	439,3
30	233,8	0,06663	1 008	1 794	240,8	428,5
40	250,3	0,04975	1 087	1 712	259,7	409,1
50	263,9	0,03943	1 154	1 640	275,7	391,7
60	275,6	0,03244	1 213	1 571	289,8	375,4
70	285,8	0,02737	1 267	1 505	302,7	359,7
80	295,0	0,02353	1 317	1 442	314,6	344,6
90	303,3	0,02050	1 363	1 380	325,7	329,8
100	311,0	0,01804	1 407	1 319	336,3	315,2
110	318,1	0,01601	1 450	1 258	346,5	300,6
120	324,7	0,01428	1 492	1 197	356,3	286,0
130	330,8	0,01280	1 532	1 135	365,9	271,1
140	336,6	0,01150	1 571	1 070	375,4	255,7
150	342,1	0,010340	1 610	1 004	384,7	239,9
200	365,7	0,005877	1 826	892	436,2	141,4

1 kcal = 4,186 kJoule

1 kJoule = 0,24 kcal

Zbytková pára

Co to je zbytková pára:

Je-li přiveden horký kondenzát do prostředí o tlaku, kde teplota varu vody je nižší než teplota horkého kondenzátu, část vody se vypaří, a vzniklá pára se nazývá zbytková pára.

Proč je to důležité:

Zbytková pára je důležitá pro možné další využití - pro zvýšení hospodaření v provozech.

Voda je zahřata při atmosférickém tlaku na teplotu 100°C, která představuje nejvyšší možnou teplotu vody při atmosférickém tlaku. Dalším přiváděním tepla teplota vody dále nevzroste, ale přechází v páru.

Shrnutí:

Teplo obsažené ve vodě se nazývá kapalinné teplo. Teplo potřebné pro přeměnu vody v páru se nazývá výparné teplo. Jednotkou je kJ/kg. Je-li voda zahřívána při vyšším tlaku a tedy teplota varu je vyšší než 100°C, potřebné teplo pro ohřátí kapaliny na

teplotu varu se zvýší. Pro každý tlak existuje pouze jediná hodnota teploty varu o známém množství tepla potřebného pro zvýšení teploty na tuto teplotu varu.

Při tlaku nižším než je tlak atmosférický, je teplota varu nižší než 100°C.

Příklad: Kondenzát při tlaku 10bar a teplotě páry obsahuje teplo 762kJ/kg (entalpie syté kapaliny). Jestliže je tento kondenzát puštěn do atmosférického tlaku (1bar), obsažené teplo při tomto tlaku poklesne na 417kJ/kg. Přebytek 315kJ/kg se spotřebuje pro přeměnu na zbytkovou páru. Procentuální množství sekundární páry se vypočte následovně:

Rozdíl mezi vyšším a nižším obsahem tepla se vydělí výparným (latentním) teplem za nižšího tlaku a vynásobí 100.

Vyjádřeno vzorcem:

$$\% \text{sekund. páry} = \frac{i_1 - i_2}{l_v} \cdot 100$$

i_1 - entalpie syté kapaliny - teplo obsažené v kondenzátu před vypuštěním do nižšího tlaku

i_2 - teplo obsažené v kondenzátu v nižším tlaku

l_v - výparné teplo páry při nižším tlaku

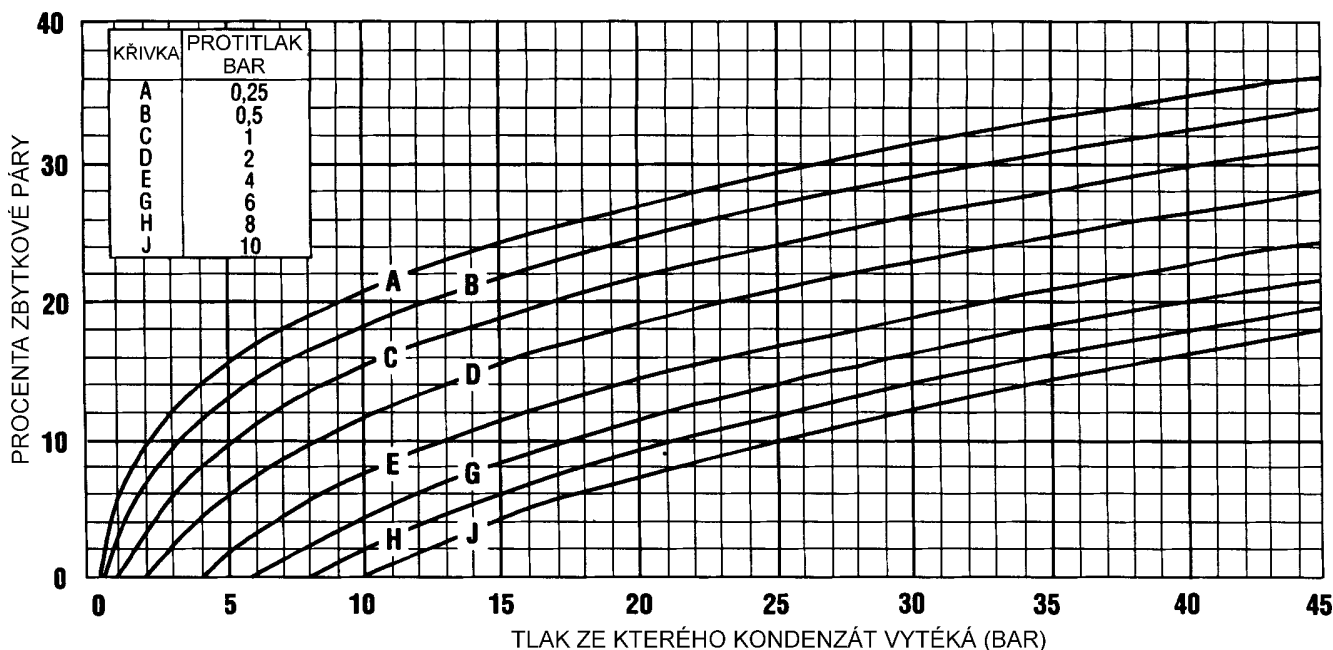
Tedy podle našeho příkladu výsledné množství sekundární páry:

$$\% \text{sekund. páry} = \frac{762 - 417}{2258} \cdot 100 =$$

$$= 15,3\%$$

Jednodušší zjištění množství sekundární páry umožňuje graf 3-1.

Graf 3-1 Procentuální množství vznikající sekundární páry v závislosti na tlaku horkého kondenzátu a protitlaku



Pára je neviditelný plyn vyráběný přidáním tepelné energie vodě v kotli. Jistá energie musí být přidána k dosažení bodu varu. Další přidávaná energie - bez dalšího zvyšování teploty - mění vodu v páru.

Pára je vysoce účinné a snadno regulované tepelné dopravní médium. Je velmi často používána pro dopravu energie z centrálního zařízení (kotel) do jiných míst v závodě, kde je používána pro ohřev vzduchu, vody nebo procesních aplikací.

Jak bylo řečeno, pro přeměnu vody v páru je zapotřebí přivádět energii (kJ). Tato energie není ztracena, ale je uskladněna v páře, připravena na využití pro ohřev jiného média.

Teplo potřebné k přeměně vařící vody na páru se nazývá výparné teplo. Jeho množství je různé pro různé kombinace tlaku a teploty, což lze snadno pochopit z parních tabulek.

Pára při práci - Jak je využíváno parní teplo

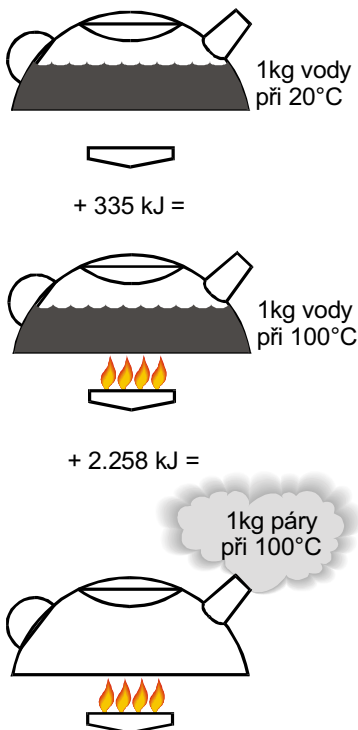
Teplo proudí ze strany o vyšší teplotě na stranu s nižší teplotou. Tento proces se nazývá přestup tepla. Začíná ve spalovací komoře kotle, kde teplo proudí do potrubí s vodou, kde se tvoří pára.

Když vyšší tlak v kotli přetlačuje páru do parního systému, tato pára vyhřívá rozváděcí potrubí. Teplo proudí ze strany páry přes stěnu potrubí do okolního chladnějšího vzduchu. Toto odebrané teplo způsobí zpětnou přeměnu páry na vodu. To je důvod, proč se distribuční potrubí izoluje. Cílem je snížení nežádoucího přestupu tepla.

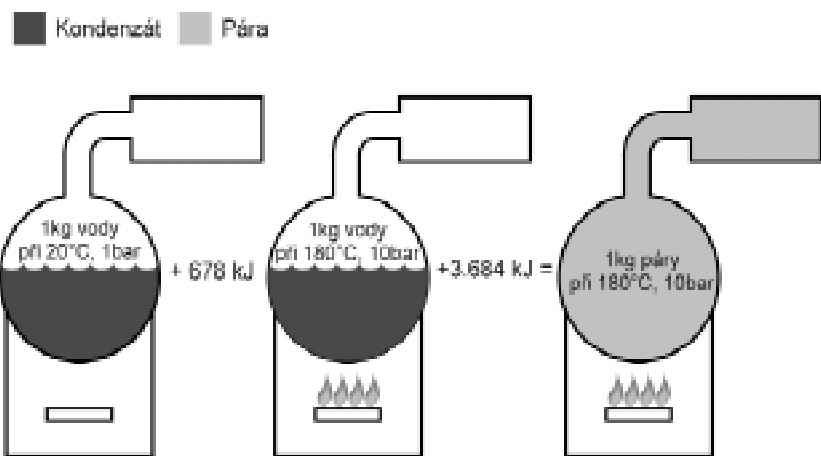
Když pára dosáhne k tepelnému výměníku, situace se obrátí. Zde je přestup tepla žádoucí. Teplo proudí na stranu vzduchu v ohříváku vzduchu, na stranu vody v ohříváku vody, nebo na stranu potravin ve varných nádobách.

Odvod kondenzátu - Proč je to důležité

Kondenzát je výsledný produkt přestupu tepla v parním systému. Vyskytuje se tam z důvodu nevyhnutelné, nežádoucí radiaci. Kondenzát se tvoří také v otopných soustavách a procesních zařízeních jako následek žádoucího přestupu tepla do vyhřívání média. Jakmile pára zkondenzuje a předá své latentní teplo, horký kondenzát musí být ihned odváděn. Třebaže je teplo obsažené v 1kg páry využito, kondenzát je stále cenná horká voda a měla by být vrácena do kotle.



Obr. 4-1 Tyto obrázky ukazují, kolik tepla je potřeba k výrobě 1kg páry o atmosférickém tlaku. Popis ukazuje, že na ohřátí 1kg vody o 1°C postačí 1kcal (4,1868 kJ) tepla, ale na přeměnu vody o teplotě 100°C na páru o stejné teplotě je zapotřebí mnohem více energie.



Obr. 4-2 Tyto obrázky ukazují, kolik tepla je potřeba k výrobě 1kg páry o tlaku 10bar. Popis ukazuje, že je potřeba většího množství tepla a vyšší teploty, aby se vyrobila vřící voda o tlaku 10bar, než při atmosférickém tlaku. Ukazuje také to, že je potřeba méně tepla na přeměnu vřící vody v páru o vyšší teplotě.

Potřeba odvádět kondenzát z distribučního systému.

Kondenzát, ležící v dolní části parního potrubí, může způsobit vodní rázy. Pára proudící nad kondenzátem rychlostí vyšší než 150km/h způsobuje "vlny" (obr. 5-2). Jestliže se vyskytuje větší množství kondenzátu, rychle proudící pára se jej snaží tlačit před sebou a vlnění se zvedá stále výš a výš. Cokoli, co mění směr proudění - armatury, regulační ventily, příruby, ... - může být poškozeno. Další poškození od těchto rázů hrozí kovovému povrchu, který eroduje fittingem.

Potřeba odvádět kondenzát z jednotek přestupu tepla.

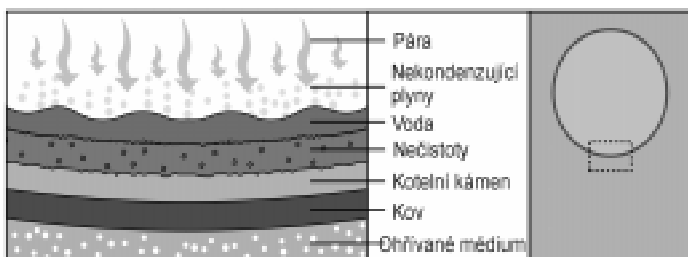
Když pára přichází do kontaktu s kondenzátem chladnějším než je teplota páry, může vznikat další nežádoucí jev zvaný tepelný šok. Pára zabírá mnohem větší objem, než kondenzát, a když náhle z kondenzuje, může vyslat šokové vlny do parního systému. Tento typ vodních rázů může způsobit poškození zařízení. Tomuto jevu se dá zabránit správným odváděním kondenzátu.

Kondenzát, který se vyskytuje v tepelném výměníku, zjevně snižuje kapacitu tohoto zařízení. Jeho rychlé odstranění umožní zaplnění výměníku parou (obr. 5-3).

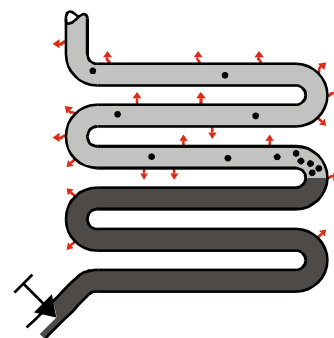
Když pára kondenzuje, vytváří se vodní film na vnitřní straně výměníku. Nekondenzující plyny se v kapalinu nemění a gravitací se odvádějí pryč. Kondenzát se akumuluje v potrubí společně s kotelním kamenem a nečistotami. To všechno tvoří překážky přestupu tepla (obr. 5-1).

Potřeba odvádět vzduch a CO₂.

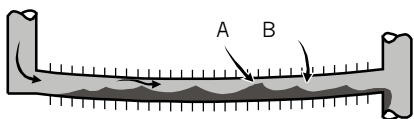
Vzduch se vyskytuje vždy při nájedzu zařízení a v napájecí vodě kotle. Napájecí voda může také obsahovat rozpuštěné uhličitany, které mohou způsobit vznik CO₂. Rychlost páry přitlačuje tyto plyny na stěnu výměníku a ty brání přestupu tepla. Směsi těchto plynů musí být odváděny ze systému společně s kondenzátem.



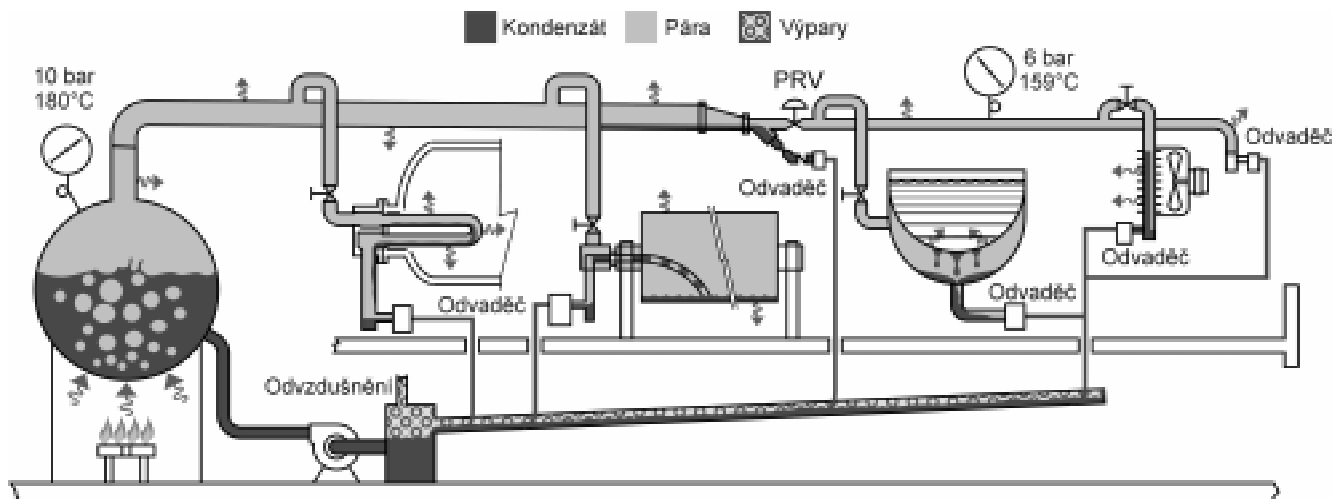
Obr. 5-1 Možné bariéry přestupu tepla: Teplo a teplota páry musí překonat všechny tyto bariéry.



Obr. 5-3 Topný had zčásti zaplněný kondenzátem nemůže pracovat při plné kapacitě.



Obr. 5-2 Kondenzát nahromaděný v potrubí je vyfukován do vln a blokuje průchod páry v bodě A. Kondenzát v oblasti B způsobuje tlakové rozdíly tvořící tlakové vlny s vystřelujícím kondenzátem.

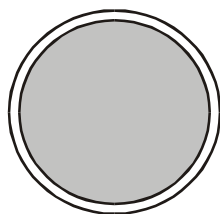


Obr. 5-4 Obrázek ukazuje vznik kondenzátu v distribučním systému vlivem radiace, a tudíž vyžaduje instalace odvaděčů kondenzátu v přirozeně nízkých bodech, nebo před redukčním ventilem. U tepelných výměníků odvaděče kondenzátu provádějí základní funkci pro omezení vzniku bariér přestupu tepla. Horký kondenzát je navrácen přes odvaděče kondenzátu zpět do kotle na opětovné použití.

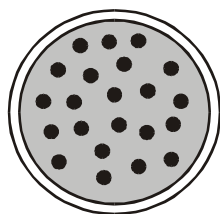
Vzduch při teplotě páry

Vzduch a nekondenzující plyny, vyskytující se v parním systému, zabírají část prostoru a brání páře v přestupu tepla. Teplota směsi pára - vzduch je nižší, než teplota čisté páry. Obr. 6-1. vysvětluje efekt výskytu vzduchu v parním potrubí. Tab. a graf 6-1. ukazují různé teplotní a tlakové kombinace při různém procentuálním výskytu vzduchu.

Obr. 6-1. Komora obsahující vzduch a páru dodává teplo jen z částečného tlaku, ne z celkového.



Parní komora - 100% páry
Celkový tlak 10bar
Tlak páry 10bar
Teplota páry 180°C



Parní komora - 90% páry a 10% vzduchu
Celkový tlak 10bar
Tlak páry 9bar
Teplota páry 175,4°C

Tab. 6-1. Redukce teploty způsobená přítomností vzduchu.

Tlak	Teplota sytosti	Teplota páry smíchané s různým množstvím vzduchu (objemově) (°C)		
		10%	20%	30%
bar	°C			
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

Následek výskytu vzduchu v parním systému

Proud páry k tepelnému výměníku s sebou unáší i vzduch a další plyny. Tyto tvoří bariéru mezi párou a stěnou výměníku dokud pára nekondenzuje a není gravitačně odvedena společně s těmito plyny. Skvělé izolační vlastnosti vzduchu brání v přestupu tepla. Za jistých podmínek může i malé množství vzduchu, jako např. 0,5% objemu páry, způsobit pokles účinnosti přestupu tepla o 50% (obr. 7-1.).

Když nekondenzující plyny (hlavně vzduch) nejsou odváděny a akumulují se v tepelném výměníku, mohou časem zaplnit tento výměník a zastavit průchod páry. Jednotka je poté "zavzdušněna".

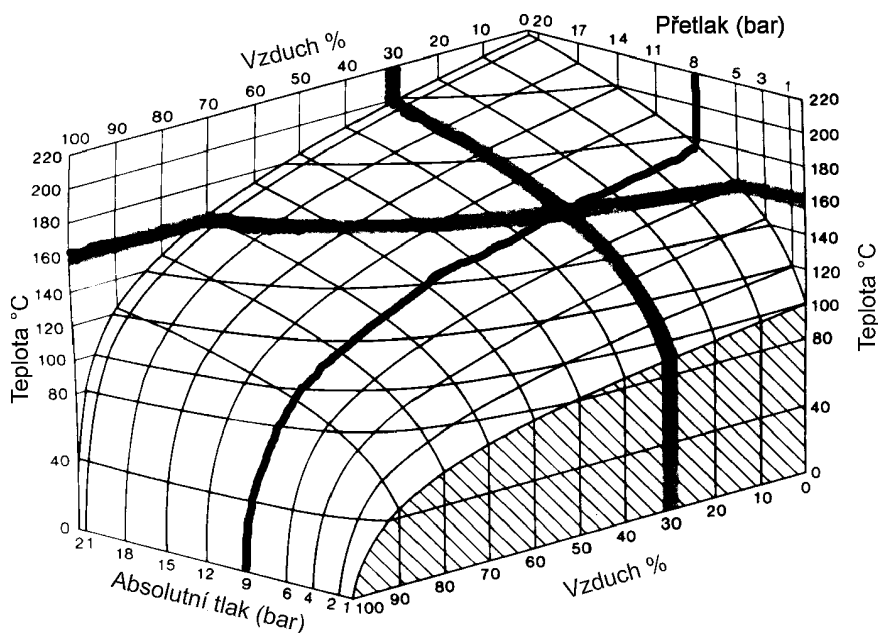
Koroze

Existují dvě hlavní příčiny vzniku okují a koroze - CO₂ a kyslík. CO₂ vstupující do systému ve formě sloučenin uhlíku v napájecí vodě, při smíchání s chladným kondenzátem tvoří kyselinu uhličitou. Extrémně korozivní kyselina uhličitá může úplně rozrušit potrubí a tepelné výměníky (obr. 7-2.). Kyslík, vstupující do systému ve formě plynných sloučenin obsažených v napájecí vodě, zvyšuje účinek koroze a urychluje rozrušování materiálu (pitting).

Eliminace nežádoucích účinků

Stručně řečeno, odváděče kondenzátu odvádějí kondenzát, protože ten může bránit přestupu tepla. Odváděč kondenzátu by měl odvádět vzduch a nekondenzující plyny, protože ty snižují přestup tepla redukcí teploty a izolují systém. Tyto plyny mohou také umožnit destruktivní korozi. Proto je nezbytné odvádět kondenzát, vzduch a CO₂ tak rychle, jak je to jen možné.

Odváděč kondenzátu, který je vlastně jednoduchý automatický ventil, otvírající pro kondenzát, vzduch a CO₂ a uzavírající pro páru, tyto požadavky splňuje. Z ekonomických důvodů by měl pracovat po dlouhý čas s minimálním dohledem.



Graf. 6-1. Redukce teploty, způsobená různým procentuálním zastoupením vzduchu, při různých tlacích. Tento graf ukazuje procentuální objemové zastoupení vzduchu při známém tlaku a teplotě. Např. máme systém o tlaku 9bar a teplotu ve výměníku 160°C. Z grafu zjistíme procentuální zastoupení vzduchu - 30% objemu vzduchu v páře.

Co musí splňovat odvaděč kondenzátu

Základní funkcí odvaděče kondenzátu je odvádět kondenzát, vzduch a CO₂ tak rychle, jak rychle se tvoří. Dále - pro vyšší efektivnost a ekonomičnost - by měl splňovat:

1. Minimální ztráty páry. Tab. 7-1 ukazuje, jak nákladné mohou být nestřežené parní netěsnosti.
2. Dlouhá životnost a spolehlivý provoz. Velkým opotřebením součástí se stává odvaděč nespolehlivým. Výkonný odvaděč kondenzátu šetří peníze minimálním testováním, opravami, čištěním, prostoji a s tím spojenými ztrátami.
3. Odolnost proti korozi. Pracující části odvaděče by měly být rezistentní proti korozi, aby odolávaly kyselému nebo kyslíkem nasycenému kondenzátu.

4. Odvod vzduchu. Vzduch se vyskytuje v páře stále, hlavně však při nájezdu systému. Vzduch musí být odváděn pro zlepšení přestupu tepla a aby bylo preventivně zabráněno zavzdušnění systému.

5. Odvod CO₂. Odvod CO₂ při teplotě páry preventivně zabraňuje vzniku kyseliny uhličité. Proto musí odvaděč odvádět CO₂ i při (nebo blízko) teplotě páry.

6. Činnost při protitlaku. Ve zpětném potrubí se může neúmyslně vyskytovat zpětný tlak, se kterým není počítáno při návrhu systému. Odvaděč kondenzátu by měl být schopen pracovat i při tomto vysokém tlaku.

7. Odolnost proti problémům s nečistotami. Když je odvaděč instalován v dolní části systému, nečistoty jsou stálý problém. Nečistoty jsou unášeny kondzátem a párou (i přes případně poškozený filtr) až k odvaděči kondenzátu a mohou způsobit jeho ucpání či poškození. Proto by měl být odvaděč schopný odolávat těmto nečistotám.

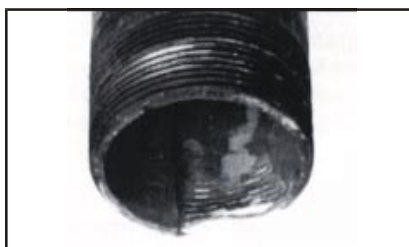
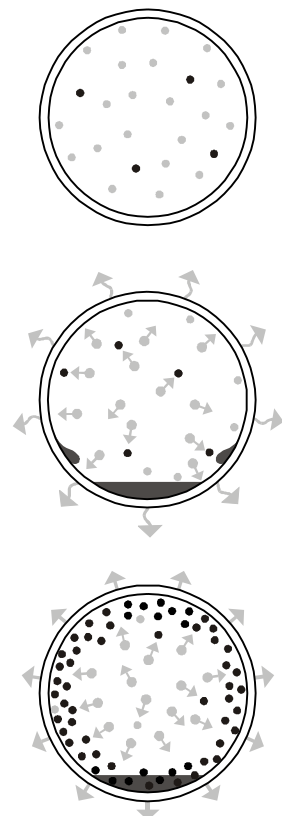
Odvaděč kondenzátu, který nesplňuje tyto podmínky, bude snižovat účinnost systému a způsobovat ztráty. Když odvaděč tyto podmínky splňuje, umožní systému dosáhnout:

1. Rychlé nahřátí zařízení
2. Maximální teplotu zařízení pro zvýšení přestupu tepla
3. Maximální kapacitu zařízení
4. Maximální úspory tepla
5. Snížení vynaložených nákladů na výstupní vyrobenou jednotku (kg, t, ...)
6. Minimální údržbu a bezporuchový provoz

Někdy aplikace vyžaduje použití odvaděče bez splnění některé ze jmenovaných podmínek, ale v naprosté většině aplikací odvaděč kondenzátu, vyhovující všem těmto požadavkům bude vykazovat nejlepší výsledky.

Obr. 7-1. Pára, kondenzující v dopravním potrubí, unáší vzduch do tepelného výměníku, kde se hromadí a tvoří účinnou izolaci.

■ Kondenzát ■ Pára



Obr. 7-2. CO₂ společně s kondenzátem tvoří H₂CO₃, která narušuje potrubí a topné jednotky.



Obr. 7-3. Kyslík v systému urychluje korozi, způsobuje pitting, jak je ukázáno zde.

Velikost řídicího otvoru - ventilu odvaděče (palce)	kg ztracené páry měsíčně
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

Tab 7-1. Hodnoty ztráty páry předpokládají čistou, sytou páru, procházející přes zřetelný otvor do atmosférického tlaku bez výskytu kondenzátu. Kondenzát by tyto hodnoty snížil.

Kloboučkový odvaděč kondenzátu firmy Armstrong je mechanický odvaděč, který pracuje na základě rozdílu měrných hmotností páry a kondenzátu. Pára vstupující pod klobouček odvaděče způsobí jeho zvedání a následně zavření ventilu. Kondenzát vstupující do odvaděče způsobí klesání kloboučku a řídicí ventil, přes který proudí kondenzát z odvaděče, se otvírá. Vzduch a oxid uhličitý jsou odváděny průběžně při teplotě páry (Narozdíl od jiných mechanických odvaděčů).

Tento jednoduchý princip odvádění kondenzátu byl vyvinut firmou Armstrong v roce 1911. Dnešní odvaděče firmy Armstrong představují více než 90-letý vývoj a hledání vhodných materiálů, provedení, zvyšování spolehlivosti. Výsledkem jsou odvaděče mající vysokou účinnost, spolehlivost a dlouhou životnost.

Mechanismus odvaděče

Srdcem odvaděče je pákový mechanismus znásobený silou vyvíjenou kloboučkem (zvonem), který otevírá řídicí ventil proti tlaku systému. Mechanismus je volně uložen, neobsahuje pevné čepy, které by byly zdrojem opotřebení a tření.

Dlouhá životnost

Krom konstrukce sedla ventilu pro odvaděče na jmenovité tlaky 100-170 bar, je mechanismus pro nízký a střední tlak stejné konstrukce, provedení a materiálu jako mechanismus odvaděče pro teploty 550°C a 187bar. Ventil a sedlo jsou z tvrzené chromové oceli, povrchově upravené a lapované. Všechny další části mechanismu jsou provedeny z nerezové oceli.

Jednoduchost

Pouze dvě pohybující se části - rameno páky a klobouček. Žádné pevné čepy, složitá spojení, žádné zanášení.

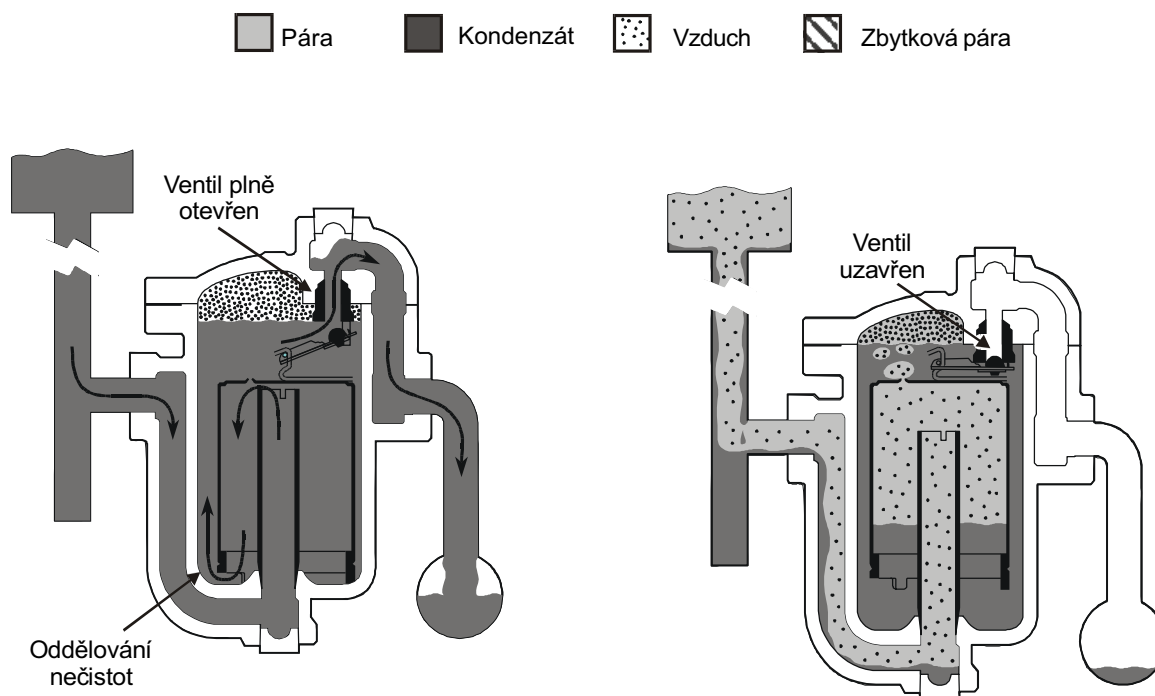
Jednoduchá kontrola a údržba

U rozebíratelných odvaděčů kondenzátu odmontujte víko odvaděče a vytáhněte celý mechanismus. Tělo může zůstat zapojeno v potrubí.

Provoz při vysokém protitlaku

Vysoký protitlak ve zpětné větvi působí silou proti otevření ventilu odvaděče. Stejný problém způsobuje nižší tlak na vstupu. Jak se hodnota protitlaku přibližuje hodnotě vstupního tlaku, odvádění kondenzátu se stává plynulým. Protitlak nemá jiný nepříznivý vliv na provoz odvaděče, než je snížená kapacita odvaděče při menší tlakové diferenci. Kloboučkový odvaděč neselže při zavírání a nebude propouštět páru.

Obr. 8-1 Popis funkce kloboučkového odvaděče kondenzátu



1. Odvaděč kondenzátu je instalován na kondenzátním potrubí mezi tepelným zdrojem a sběračem kondenzátu. Zvon odvaděče se nachází v dolní poloze, při které je ventil zcela otevřen. Kondenzát vstupuje pod zvon přívodní trubkou a plní vnitřní prostor tělesa odvaděče. Po naplnění tělesa kondenzát volně odtéká otevřeným ventilem do sběrače kondenzátu.

2. Do odvaděče vstupuje pára společně s kondenzátem. Pára se hromadí v horní části zvonu, vyvolává vztlak a dochází k postupnému zvedání zvonu až se řídicí ventil uzavře. Vzduch a oxid uhličitý kontinuálně procházejí odvdzdušňovacím ventilem zvonu a shromažďují se v horní části zvonu.

Typy kloboučkových odvaděčů kondenzátu

Firma Armstrong nabízí kloboučkové odvaděče v různých materiálech, různých světlostech a velikostech řídicích ventilů.
Viz. Tab. 9-1.

1. Celonerezové kloboučkové odvaděče kondenzátu

Těsné, odolné proti tlaku tělo odvaděče schopné odolávat zamrznutí bez poškození. Je doporučován do otápěcího potrubí, venkovních prostor apod. Konstrukce odvaděčů dovoluje je použít až do tlaku 45bar a teplot do 345°C.

2. Litinové kloboučkové odvaděče kondenzátu

Běžné odvaděče kondenzátu pro normální provoz do tlaků 17bar a teplot 232°C. Jsou nabízeny v provedení horizontálním a vertikálním s odkalovací zátkou ve dně odvaděče nebo s vestavěným filtrem.

3. Kloboučkové odvaděče z kované oceli

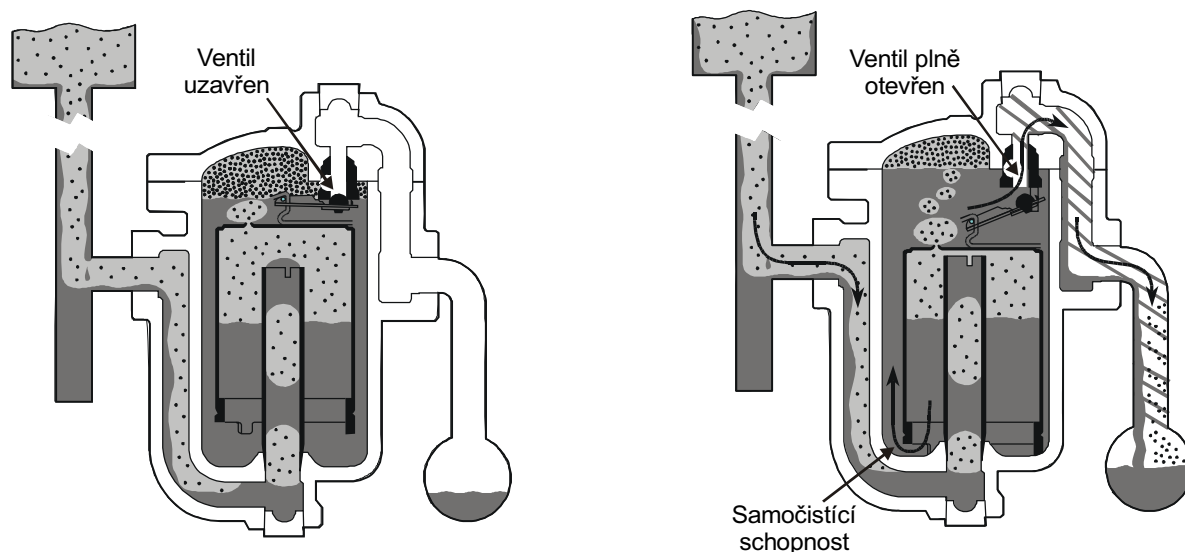
Odvaděče kondenzátu pro rozsah tlaků až do 180bar a teplotu přehřáté páry 560°C.

2. Kloboučkové odvaděče z lité nerez oceli

Běžné odvaděče kondenzátu pro velké kapacity, korozivní prostředí. Opravitelné. Pro tlaky do 47bar a teploty do 263°C.

Tab. 9-1. Provozní parametry kloboučkových odvaděčů kondenzátu

	litina	nerez ocel	kovaná ocel	litá ocel	litá nerez ocel
Velikost palce " mm	1/2 - 2 1/2 15-65	1/2 - 1 15 - 25	1/2 - 2 15 - 50	1/2 - 1 15 - 25	1/2 - 2 15 - 50
Způsob připojení	závitové, přírubové	závitové, přivařovací nebo přírubové	závitové, přivařovací nebo přírubové	závitové, přivařovací nebo přírubové	závitové, přivařovací nebo přírubové
Provozní přetlak (bar)	0 - 17	0 - 45	0 - 180	0 - 40	0 - 47
Množství kondenzátu (kg/h)	do 9.500	do 2.000	do 9.5000	do 2.000	do 2.000



3. Jestliže vstupující kondenzát zvýší úroveň hladiny kondenzátu v kloboučku na neutrální čáru, vytvoří se tlak na pákový mechanismus. Ventil zůstává nadále uzavřen až do okamžiku vzestupu hladiny kondenzátu na úroveň otevření pro daný diferenční tlak mezi párou a tlakem kondenzátu za odvaděčem.

4. Dosáhne-li hladina kondenzátu úroveň otevření, síla daná hmotností zvonu a momentem páky překročí velikost tlaku přitlačujícího ventilu do sedla. Zvon se ponoří do spodní krajní polohy a otevře ventil odvaděče. Nahromaděný vzduch je vytlačen z odvaděče jako první, po něm odtéká kondenzát. Odvádění pokračuje až do chvíle, kdy tlak páry nadzvedne zvon a cyklus se znovu opakuje.

Plovákový a termostatický odvaděč kondenzátu je nejčastěji použit pro systémy, u kterých je provoz zařízení regulován tlakem páry. To znamená, že tlak ve výměníku tepla, z kterého je odváděn kondenzát, může kolísat od maximálního do tlaků blížících se podtlaku. Při těchto podmínkách je schopná vytlačovat kondenzát z odvaděče pouze gravitační síla. Tyto speciální požadavky mohou být splněny instalováním plovákového odvaděče.

Značnou výhodou odvaděče je schopnost odvádět při daných podmínkách velké množství vzduchu.

Funkce F&T odvaděče

Plovákový a termostatický odvaděč umožňuje okamžitý odvod kondenzátu a uvnitř zabudovaný termostatický odvzdušňovač odvádí nekondenzující složky nebo kapalinu. Vlastní funkce je zcela jednoduchá a vysoce účinná.

Plovák je spojen s ramenem a ventilem, který dosedá na sedlo otvoru, přes který je kondenzát odváděn. Tělo odvaděče se začne zaplňovat kondenzátem a plovák se zvedá nahoru. Ventil, přes který je odváděn kondenzát, se otevírá a kondenzát odtéká až do chvíle, kdy plovák klesne v důsledku nízké hladiny kondenzátu. Plovák je umístěn nad otvorem pro odvod kondenzátu tak, že kondenzát vytváří vodní uzávěr a tím zabraňuje ztrátě ostré páry. Při odvádění kondenzátu nevznikají žádná kolísání tlaku a kondenzát tak je odváděn při konstantní teplotě.

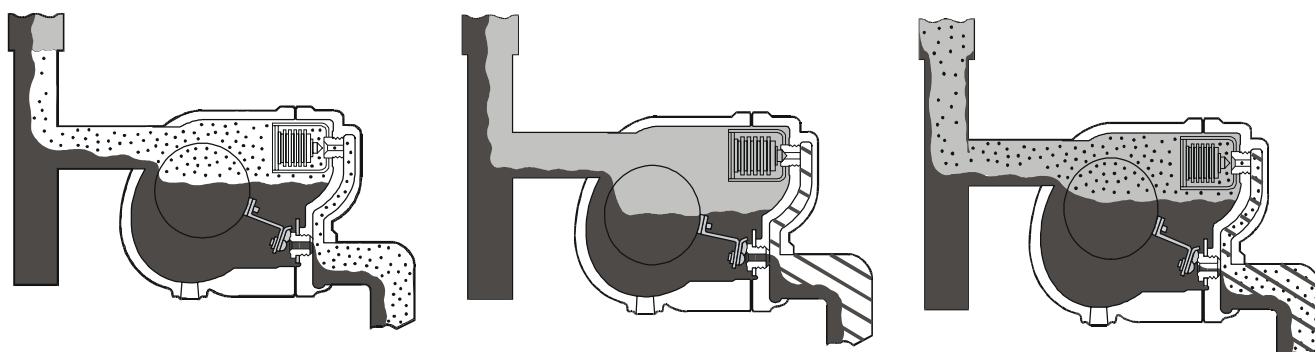
V horní části odvaděče je umístěn termostatický odvzdušňovací ventil, který umožňuje odvádět vzduch a jiné nekondenzující plyny jakmile dosáhnou místa odvzdušňovače. Odvzdušňovací ventil je citlivý na teplotu a bude otevírat při teplotě o několik stupňů nižší, než je teplota sytosti.

Tab. 10-1. Provozní parametry plovákových odvaděčů kondenzátu

	litina	litá ocel
Velikost palce " mm	1/2 - 3 15 - 80	2 - 3 50 - 80
Způsob připojení	závitové, přírubové	závitové, přivařovací, přírubové
Provozní přetlak (bar)	0 - 17	0 - 31
Množství kondenzátu (kg/h)	do 94.400	do 170.000

Obr. 10-1 Popis funkce plovákového odvaděče kondenzátu

Pára
 Kondenzát
 Vzduch
 Zbytková pára



1. Při náběhu je plovák normálně zavřen. Vzduch je tlačěn přes otevřený termostatický odvzdušňovací ventil. Jakmile kondenzát vnikne do odvaděče, zvedá se plovák a otevírá se vypouštěcí otvor.

2. Jakmile pára dosáhne odvaděče, termostatický odvzdušňovač se zavře v důsledku zvýšené teploty. Kondenzát se plynule odvádí přes vypouštěcí otvor.

3. Vzduch se hromadí v horní části odvaděče. Jestliže teplota poklesne o několik stupňů pod teplotu syté páry při daném tlaku, tlakově vyvážený termostatický odvzdušňovač se otevře a vypustí vzduch z odvaděče.

Bimetalový odvaděč kondenzátu pracuje na principu různé tepelné roztažnosti dvou kovů tvořících bimetal. Při běžné teplotě jsou obě části bimetalu rovné. Když teplota v prostoru začne stoupat, části bimetalu se roztahují odlišně a ohýbají se do oblouku. Stonek, připojený na bimetalové elementy, posouvá ventil do otevřené nebo uzavřené polohy.

Tab. 11-1. Provozní parametry bimetalových odvaděčů kondenzátu

	uhlíková ocel
Velikost palce " mm	1/2 - 3/4 15 - 20
Způsob připojení	závitové, přivařovací, přírubové
Provozní přetlak (bar)	0 - 24
Množství kondenzátu (kg/h)	do 1.200

Termodynamický odvaděč kondenzátu (Ovládaný disk)



Termodynamický odvaděč kondenzátu je zařízení, pracující na rychlostním principu. Obsahuje pouze jednu pohyblivou část - disk. Protože je velmi lehký a kompaktní, je vhodný pro aplikace, kde je limitující prostor. Kromě své jednoduchosti je používán také z důvodu odolnosti proti vodním rázům, kontinuálnímu odvodu kondenzátu, když je odvaděč otevřen, a střídavý chod, který podporuje samočistící schopnosti.

Unikátní topná komora

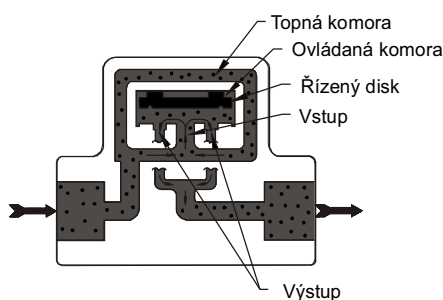
Unikátní teplotní komora v termodynamickém odvaděči Armstrong obklopuje tělo disku a kontrolní komoru, v níž je umístěn. Kontrolované odpouštění kondenzátu z odvaděče kondenzátu upravuje cyklické poměry. To znamená, že návrh odvaděče - ne okolní podmínky - řídí poměr cyklů. Bez této úpravy ovlivňují funkci odvaděče okolní podmínky, jako sníh, déšť, chlad ...

Tab. 11-2. Provozní parametry termodynamických odvaděčů kondenzátu.

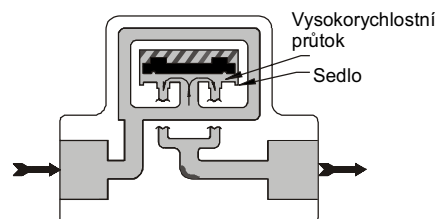
	ocel
Velikost palce " mm	3/8 - 1 10 - 25
Způsob připojení	závitové, přivařovací, přírubové
Provozní přetlak (bar)	1 - 41
Množství kondenzátu (kg/h)	do 1.300

Obr. 11-1 Popis funkce termodynamického (ovládaného) odvaděče kondenzátu

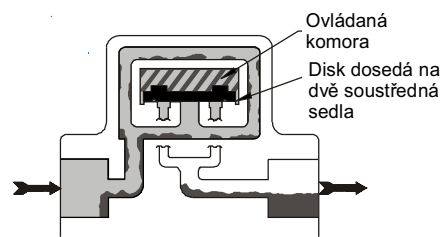
Pára
 Kondenzát
 Vzduch
 Směs páry a kondenzátu



1. Při náběhu prochází kondenzát a vzduch přes topnou komoru do ovládané komory s diskem a odtud ven. Tento průtok zvedne disk a kondenzát vychází ven z odvaděče.



2. Pára přichází přes vstupní část pod disk. Průtoková rychlost kolem disku způsobí pokles tlaku a přitlačení disku na sedlo - odvaděč se uzavře.



3. Disk uzavírá proti dvěma soustředným sedlům. Zabraňuje v průchodu vstupující páře a směsi páry a kondenzátu nad diskem. Odvaděč zůstane uzavřen, pokud tlak nad diskem, který je proti vnějším vlivům chráněn teplotní komůrkou, bude dostatečný. Když tlak nad diskem poklesne, tlak na vstupu disk zvedne a odvaděč se otevře a zůstane otevřen, pokud bude procházet kondenzát. Pak se cyklus opakuje.

Termostatický odvaděč kondenzátu Armstrong se vyrábí s tlakově vyváženým vlnovcovým nebo membránovým elementem v širokém rozsahu materiálů, včetně nerez oceli, uhlíkové oceli a bronzu.

Funkce termostatického odvaděče

Termostatický odvaděč kondenzátu pracuje na principu rozdílných teplot páry a studeného kondenzátu a vzduchu. Vyšší teplota páry na vstupu do odvaděče způsobí jeho uzavření. Když vstoupí studený kondenzát a nekondenzující plyny, teplota elementu klesne a ten se začne smršťovat. Ventil se otevře a kondenzát může volně odcházet.

Tab.12-1 Provozní parametry termostatických odvaděčů kondenzátu

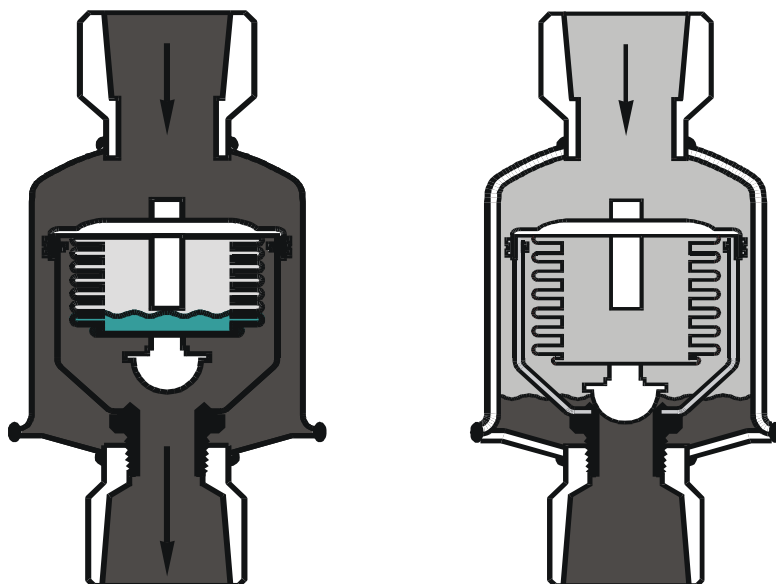
	Tlakově vyvážený vlnovcový		Tlakově vyvážený membránový	
Materiál těla a víčka	Nerez ocel	Nerez ocel	Uhlíková ocel	
Velikost palce"/ mm	1/2, 3/4	1/2, 3/4	1/2, 3/4 - 15, 20	
Způsob připojení	závitové, přivařovací	závitové, přivařovací	závitové, přivařovací, přírubové	
Provozní přetlak (bar)	0 - 20	0 - 27	0 - 40	
Množství kondenzátu (kg/h)	do 1.565	do 32	do 35	

Množství odvedeného kondenzátu závisí na vstupních podmínkách, tlaku páry a velikosti potrubí.

Poznámka: Termostatický odvaděč kondenzátu může být také použit k odvádění vzduchu z parního systému. Při nahromadění vzduchu poklesne teplota a odvzdušňovací ventil automaticky odpustí vzduch, který je nepatrně chladnější než pára při odpovídajícím tlaku.

Obr. 12-1 Popis funkce vlnovcového odvaděče kondenzátu

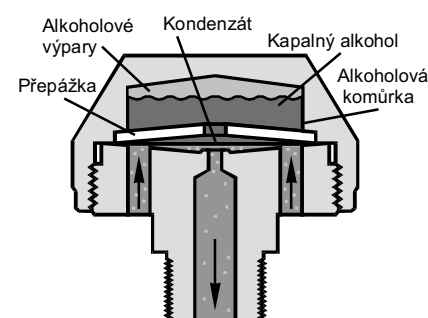
Pára
 Kondenzát
 Vzduch
 Zbytková pára



1. Při náběhu kondenzát a vzduch volně prochází. Vlnovec je plně stažen a ventil otevřen až do příchodu páry.

2. Když stoupne teplota uvnitř odvaděče, rychle se zahřeje vlnovcový element a tlak uvnitř vlnovce se začne vyrovnávat s tlakem vně. Když je tento tlak překročen, pružinový efekt vlnovce způsobí uzavření ventilu. Když teplota v odvaděči poklesne pod teplotu sytosti páry, pokles tlaku ve vlnovci způsobí otevření odvaděče.

Obr. 12-2 Popis funkce membránového odvaděče kondenzátu



Membránový termostatický odvaděč kondenzátu pracuje velmi podobně jako vlnovcový odvaděč, znázorněný na obr. 12-1. Vlnovec zde nahrazuje komora oddělená od sedla membránou.

Automatický diferenční regulátor kondenzátu firmy Armstrong je vhodný pro aplikace, kde kondenzát musí být zvedán z odvodňovacích míst nebo při gravitačním odvádění, kde zvýšená rychlost bude pomáhat v odvodňování.

Zvedání kondenzátu z odvodňovacích míst, označované jako sifonový odvod, má za následek pokles tlaku, část kondenzátu se odpaří a vzniká zbytková pára. Běžné odvaděče kondenzátu neumějí rozpoznat, zda-li jde o ostrou nebo o zbytkovou páru. Odvaděč se uzavře a odvádění kondenzátu neprobíhá.

Zvýšená rychlost při gravitačním odvodňování bude urychlovat přivádění kondenzátu a vzduchu do diferenčního regulátoru kondenzátu. Tato zvýšená rychlost je způsobena vnitřním parním obtokem regulovaným ručním kalibrovaným ventilem a tento odvaděč bude automaticky odvzdušňovat nebo odvádět sekundární páru.

Shromážděná pára může být využita v různých výměnících tepla nebo přepouštěna do vratné větve kondenzátu.

Úvahy o kapacitě pro odvodňovaná zařízení závisí na jednotlivých aplikacích, avšak pro většinu instalací jeden odvaděč kondenzátu bude poskytovat dostatečnou kapacitu.

Tab. 13-1 Provozní parametry automatického diferenčního regulátoru kondenzátu

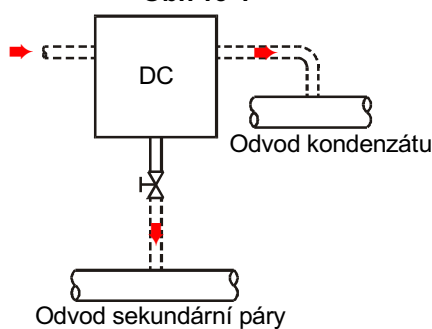
	litina	litá ocel
Velikost palce " mm	1/2 - 2 15 - 50	1/2 - 3 15 - 80
Způsob připojení	závitové, přírubové	závitové, přírubové
Provozní přetlak (bar)	0 - 19	0 - 41
Množství kondenzátu (kg/h)	do 9.100	do 25.000

Funkce diferenčního regulátoru

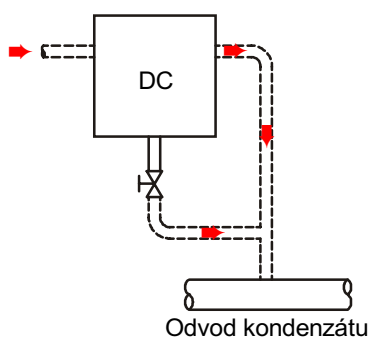
Kondenzát, vzduch a pára (ostrá, zbytková) vstupuje do odvaděče, ve kterém je vzduch a zbytková pára oddělena od kondenzátu. Vzduch a zbytková pára je vedena přes vnitřní obtok při regulovaném rozsahu tvořící se sekundární páry (Obr. 13-1).

Tento ventil je upraven pro vyrovnání množství přítomné zbytkové páry při plném provozu nebo pro splnění požadavku systému na rychlost. Kondenzát bude odváděn přes řídicí ventil v horní části odvaděče.

Obr. 13-1

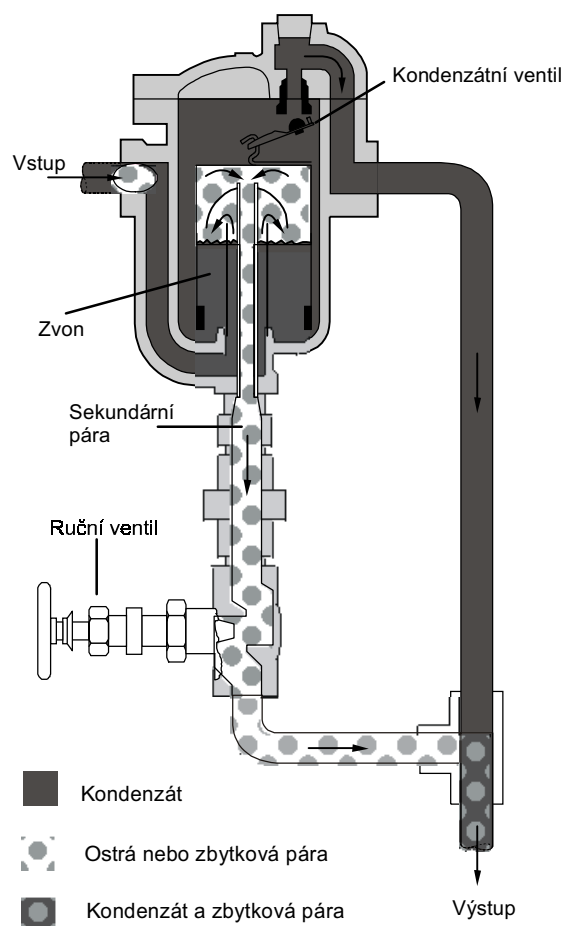


Nejvyšší účinnost využití energie páry. Sekundární pára bude přivedena do výměníků tepla, kde se pára uplatní.



Doporučená instalace potrubí tam, kde zbytková pára a nezkondenzovatelné plyny jsou odváděny do vratného kondenzátního potrubí.

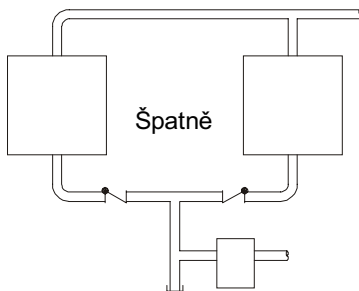
Obr. 13-2 Popis funkce diferenčního regulátoru



Pro udržení všech výhod odvaděče kondenzátu, popsaných v předchozích kapitolách, je potřeba správně navrhnout typ odvaděče a jeho velikost s ohledem na provozní tlak. Jeden z účelů této příručky je poradit, jak to udělat co nejlépe. Změny současného provedení odvodu kondenzátu by měl provádět zkušený personál. Výběr odvodu kondenzátu nebo instalace by měla být doprovázena technickou pomocí nebo radou ze strany odborných pracovníků. Účelem této příručky není tuto technickou pomoc nahradit, proto doporučujeme v konkrétních případech kontaktovat zástupce firmy Armstrong.

Základní úvaha

Jednotkový odvod znamená použití odvaděče kondenzátu pro každý spotřebič zvlášť. Na obr. 14-1,2 je znázorněn rozdíl mezi jednotkovým a skupinovým odvodněním. Při skupinovém odvodnění je nebezpečí vzniku „tepelného zkratu“.



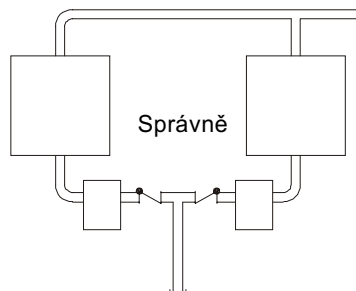
Obr. 14-1 Dvě kondenzační jednotky jsou odvodňovány jediným odvaděčem - Skupinové odvodnění. Hrozí nebezpečí tepelného zkratu.

Spolehejte na zkušenosti. Vyberte odvaděč kondenzátu s ohledem na zkušenosti buď vaše, zástupců firmy Armstrong, nebo někoho jiného, který na tomto zařízení odvod kondenzátu již prováděl.

Návrh odvaděče. Správný návrh typu a velikosti odvaděče kondenzátu můžete provést se softwarovým programem Armstrong. Pokud tento program nevlastníte, tak stačí znát nebo spočítat:

1. Průtok kondenzátu v kg/h
2. Bezpečnostní faktor
3. Přetlak
4. Maximální dovolený tlak

1. Průtok kondenzátu. Každá sekce této příručky „Jak odvádět kondenzát“ obsahuje vzorec na výpočet množství kondenzátu a správný návrh velikosti.



Obr. 14-2 Tepelnému zkratu bude zabráněno, když každý spotřebič bude odvodňován vlastním odvaděčem.

2. Bezpečnostní faktor. Uživatelé zjistili, že při určení velikosti odvaděče musí použít bezpečnostní faktor. Např. u topných hadů by mohl stačit odvaděč kondenzátu pro 300kg/h, ale lepší provedení je s odvaděčem pro 900kg/h. Tento 3:1 bezpečnostní faktor zohledňuje změny rozsahu kondenzace, pokles tlakové difference a odlišnosti v provedení odvodnění.

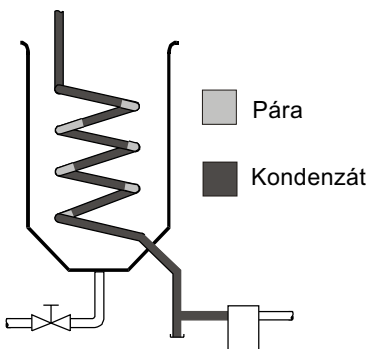
Bezpečnostní faktor se pohybuje od 1,5:1 po 10:1. Bezpečnostní faktory v této příručce jsou založeny na letitých zkušenostech uživatelů.

Fakta, ovlivňující bezpečnostní faktor: Mnohem důležitější, než množství kondenzátu a tlakové poměry je provedení konkrétní parní jednotky. Obr.14-3,4 a 5 znázorňují tři různé kondenzační jednotky. Všechny produkují 300kg kondenzátu za hodinu, ale s jiným bezpečnostním faktorem a to 2:1, 3:1 a 8:1.

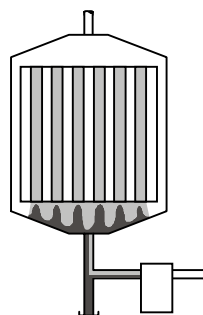
Tepelný zkrat

Jestliže odvaděč kondenzátu odvádí kondenzát a vzduch z více odvodňovacích bodů, může nastat problém s dosažením kondenzátu z nějakého bodu až k odvaděči. Odlišnosti v kondenzaci jednotlivých spotřebičů způsobí pokles tlaku, který nemůže stačit na přetlačení kondenzátu a vzduchu přes vyšší tlak, který jde z jiné kondenzační jednotky. Viz obr. 14-1 a 14-2.

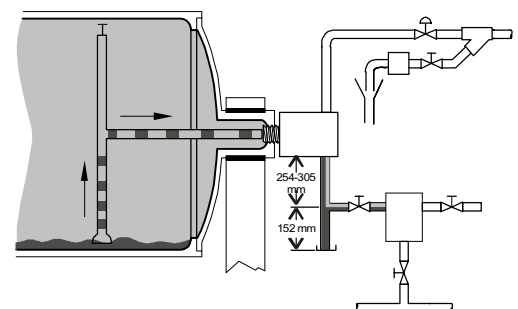
Stejné množství kondenzátu, ale rozdílný bezpečnostní faktor



Obr. 14-3 Nepřetržitá smyčka, konstantní gravitační průtok kondenzátu 300kg/h, tlak páry 3bary. Objem parního prostoru je velmi malý. Bezp. faktor 2:1.



Obr. 14-4 Mnohočetné potrubí vytváří nebezpečí vzniku tepelného zkratu. Kolísavý gravitační průtok kondenzátu 300kg/h při tlaku 5bar. Použijte 3:1 bezpečnostní faktor při 2,5bar.



Obr. 14-5 Velký válec, sífonový odvod. 300kg/h kondenzátu z válce o objemu 2,8m³ a tlaku 2bary. Bezpečnostní faktor 3:1 při použití DC a 8:1 při použití IB.

Ekonomický výběr velikosti řídicího otvoru v odvaděči kondenzátu.

Příliš velký bezpečnostní faktor může způsobit problémy. Zvýší se cena odvaděče a jeho instalace. Zbytečné předimenzování odvaděče způsobí jeho dřívější opotřebení. Navíc při případném selhání bude přes předimenzovaný odvaděč proudit větší množství páry (ztráty), což může způsobit vznik vodních rázů a zvýšení tlaku ve zpětném systému.

3. Tlaková diference. Maximální diference je rozdíl mezi tlakem v kotli, v parním systému nebo za PRV a tlaku ve zpětném potrubí. Viz obr. 15.1. Odvaděč kondenzátu musí být schopen otevřít proti této tlakové diferenci.

Pracovní diference. Když je strojní zařízení v provozu, tlak páry na vstupu do odvaděče může být nižší, než tlak páry v hlavním parním potrubí. Tlak v kondenzátním potrubí může stoupnout nad atmosférický tlak.

Kolísavé dodávky páry pro provoz zařízení způsobují změny v tlakové diferenci. Tlak v kondenzátní jednotce může poklesnout na atmosférický, nebo ještě níže (vákuum). Odvod kondenzátu při těchto podmínkách je velice komplikovaný, proto pozorně sledujte doporučující zapojení v této příručce.

4. Maximální dovolený tlak.

Odvaděč kondenzátu musí být schopen odolat maximálnímu dovolenému tlaku systému nebo návrhovému tlaku. Nemusí při tomto tlaku pracovat, ale nesmí se poškodit. Např. maximální vstupní tlak je 26 bar a ve zpětném potrubí je 11 bar. Výsledkem je diferenční tlak 15 bar, přesto musí odvaděč odolat tlaku 26 bar. Viz obr. 15.1.

Faktory ovlivňující tlakovou diferenci

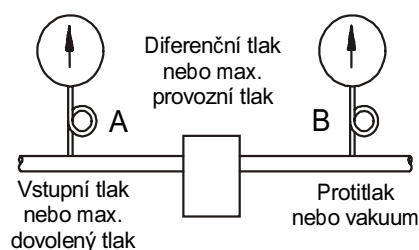
S výjimkou poruchy regulačního ventilu se změny tlakové diference obvykle projeví na spodní hranici normálního nebo navrženého tlaku.

Faktory, které mohou způsobit změnu vstupního tlaku proti normální hodnotě:

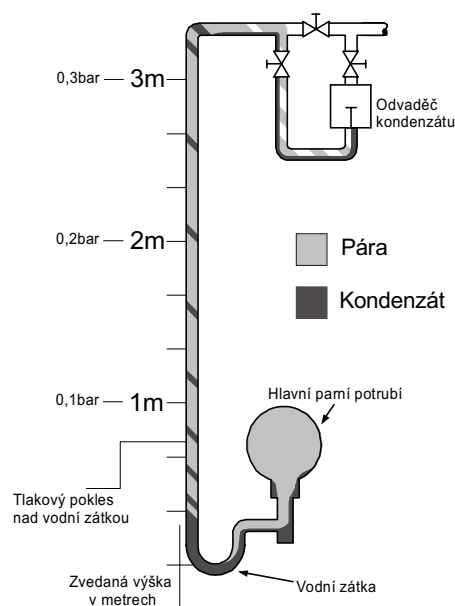
1. Regulačním ventilem nebo teplotním regulátorem.
2. "Sifónovým odvodem." Každý 1 m výšky zvedaného kondenzátu redukuje vstupní tlak (a tím i diferenci) o 0,1 bar. Viz obr. 15.2.

Faktory, které mohou způsobit zvýšení výtokového tlaku proti normální hodnotě:

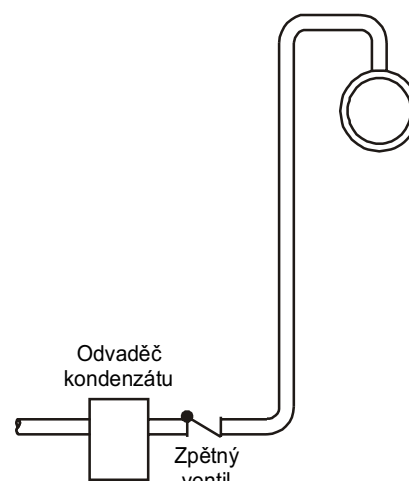
1. Tlakové ztráty.
2. Jiné odvaděče propouštějí páru do zpětného systému.
3. Zvedání kondenzátu



Obr. 15-1 "A" minus "B" je diferenční tlak. Jestliže "B" je protitlak, odečtete je od "A". Jestliže je "B" vakuum, přičtete jej k "A".



Obr. 15-2 Kondenzát z gravitačního odvodňovacího bodu je zvedán do odvaděče sifónem. Každý 1 m výšky redukuje diferenční tlak o 0,1baru. Pro preventivní zamezení zpětného toku použijte zpětný ventil.



Obr. 15-3 Když se ventil v odvaděči otevře, tlak páry začne v odvaděči otevírat, tlak páry začne zvedat kondenzát. Každý 1 m výšky redukuje diferenční tlak o 0,1baru.

Parní systémy tvoří spojovací články mezi kotlem a strojním zařízením využívajícím páru. Slouží tedy k dopravě páry do různých míst v závodě.

Základní součásti rozvodných systémů jsou:

- sběrač páry z kotlů (ohříváků)
- hlavní potrubí
- potrubní větve

Každá součást splňuje určité požadavky systému a společně se separátory páry a odvaděči kondenzátu zajišťují efektivní využití páry.

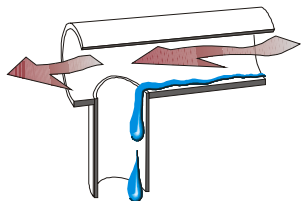
Odvádění kondenzátu

Pro všechny parní systémy platí společná potřeba odvaděčů kondenzátu umístěných v různých vzdálenostech (obr.16-1).

Tato odvodňovací ramena slouží k:

- 1) uvolňování kondenzátu z rychle proudící páry účinkem gravitace
- 2) shromažďování kondenzátu pokud je nedostatečná tlaková diference neprotlačí přes odvaděč kondenzátu

Obr. 16-1
Dimenze odvodňovacích ramen



Správný návrh velikosti odvodňovacích ramen usnadní odvod kondenzátu. Příliš malý průměr může způsobit při poklesu tlaku „vysátí“ kondenzátu z odvaděče. Viz tab 18.1.

Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba	alternativa
Sběrač páry z kotlů (parní rozvaděč)	M, E, L, N, B, Q	*F&T

*Pro přehřátou páru nikdy nepoužívejte F&T. Vždy použijte IB se zpětným ventilem.

Ošetřované zařízení		0 - 3 bar	nad 3 bar
Hlavní parní potrubí a jeho větve PODMÍNKY BEZ MRAZU	Základní volba B, M, N, L, F, E, C, D, Q	*IB	*IB
	alternativa	F&T	F&T
Hlavní parní potrubí a jeho větve PODMÍNKY S MRAZEM	Základní volba B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J	*IB	*IB
	alternativa	Termostatický nebo termodyn. (CD)	Termostatický nebo termodyn. (CD)

*Doplňte vnitřním zpětným ventilem v případě, že tlak kolísá.

**Použijte IBLV nad teplotními a tlakovými limity pro F&T.

UPOZORNĚNÍ: Pro přehřátou páru nutno použít IBLV se zpětným ventilem

Sběrače páry:

Sběrače páry (parní rozvaděče) jsou speciální části hlavního rozvodu, do kterých vstupuje pára z jednoho nebo více kotlů. Nejčastěji je to horizontální potrubí a z něj je pára rozváděna ke spotřebičům.

Je důležité, aby sběrač páry byl správně odvodňován, aby nedocházelo k přenosu vody z kotlů do rozvodného systému.

Kapacita odvaděče instalovaného na sběrač páry musí dokázat odvést velké nárazy (vody, nečistot) ihned po jejich příchodu. Dalším hlediskem při výběru odvaděče je rovněž odolnost vůči hydraulickým rázům.

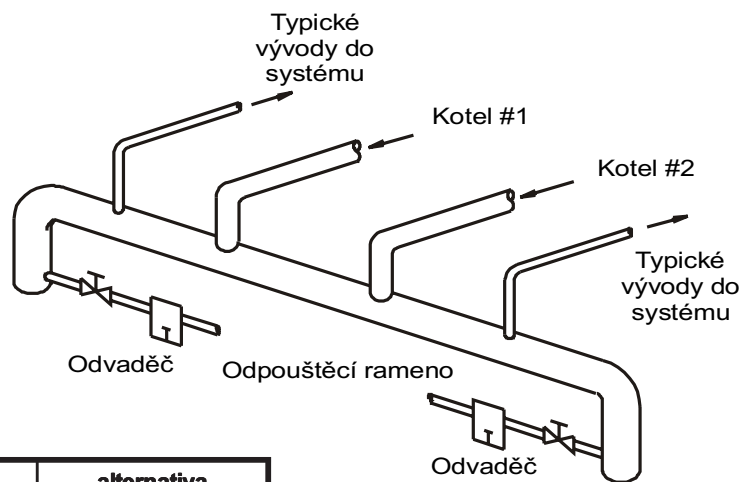
Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Prakticky pro všechny aplikace sběračů páry je doporučena hodnota bezpečnostního faktoru 1,5:1. Požadovanou kapacitu odvaděče lze získat z následujícího vzorce: požad. kap. odvaděče = bezp. faktor x průtok od kotlů x předpokládaný přenos (typicky 10%)

Pro tuto aplikaci se jeví jako nejvhodnější kloboučkový odvaděč, vzhledem k jeho schopnosti okamžité odezvy na nárazy kondenzátu, výborné odolnosti proti hydraulickým rázům, schopnosti oddělení nečistot a účinné funkce při velmi nízkých průtocích.

Pro jednosměrný tok sběračem postačuje jeden odvaděč na dolním konci proudu. Při toku oběma směry (Obr.16-2) je nutné odlučovat na obou koncích sběrače.

Obr. 16-2
Sběrač páry (parní rozvaděč)



Hlavní parní potrubí:

Pro zajištění správné funkce zařízení je nezbytné, aby hlavní potrubí neobsahovalo kondenzát a vzduch. Nevhodně odvodušňované hlavní potrubí často vede ke vzniku vodních rázů a nárazů kondenzátu, které mohou poškodit řídicí ventily a další zařízení.

K zajištění náběhu (zahřátí) hlavního potrubí na pracovní teplotu existují dvě metody: „s dohledem“ a „automatická“.

Zahřívání „s dohledem“ se široce používá pro vyhřívání potrubí s velkým průřezem nebo pro dlouhá potrubí. Doporučuje se ponechat vypouštěcí ventil zcela otevřený, dokud neodteče veškerý kondenzát nebo jeho většina. Potom počáteční funkci odvádění kondenzátu přebírá odvaděč - již za pracovních podmínek.

Ohřev hlavního potrubí v elektrárnách probíhá stejným způsobem.

Automatický náběh znamená, že při spuštění kotle probíhá náběh na tlak a teplotu zařízení bez manuálního přispění nebo kontroly.

POZOR: Pro zabránění poškození systému a minimalizaci tepelného napětí je nutno ponechat pro zahřátí dostatečně dlouhou dobu, nehledě na metodu náběhu.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Průtok kondenzátu izolovaným nebo neizolovaným potrubím pro obě metody náběhu lze vypočítat podle následujícího vzorce :

$$m = \frac{(q \cdot L_c) \cdot c_p (t_2 - t_1)}{l_v}$$

m - množství kondenzátu [kg]

q - délková hmotnost trubky [kg/m]
viz tab.17-1

L_c - celková délka parní větve [m]

c_p - měrná tepelná kapacita materiálu dané trubky [kJ/kgK]

ocel: 0,5234kJ/kgK, měď: 0,397kJ/kgK

t_2, t_1 - počáteční, koncová teplota [°C]

l_v - měrné výparné teplo [kJ/kg]

Tab. 17-1
Rozměry potrubí pro určení ztrát radiací

Trubka		Vnější průměr	Vnější délkový povrch	Délková hmotnost
palce	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	1,02
1/2	15	21,3	0,07	1,45
3/4	20	26,9	0,09	1,90
1	25	33,7	0,11	2,97
1 1/4	32	42,4	0,13	3,84
1 1/2	40	48,3	0,15	4,43
2	50	60,3	0,19	6,17
2 1/2	65	76,1	0,24	7,90
3	80	88,9	0,28	10,1
4	100	114,3	0,36	14,4
5	125	139,7	0,44	17,8
6	150	165,1	0,52	21,2
8	200	219	0,69	31,00
10	250	273	0,86	41,60
12	300	324	1,02	55,60
14	350	355	1,12	68,30
16	400	406	1,28	85,90
20	550	508	1,60	135,00

Tab. 17-2

Množství kondenzátu vzniklé v parním potrubí kg/h/m²

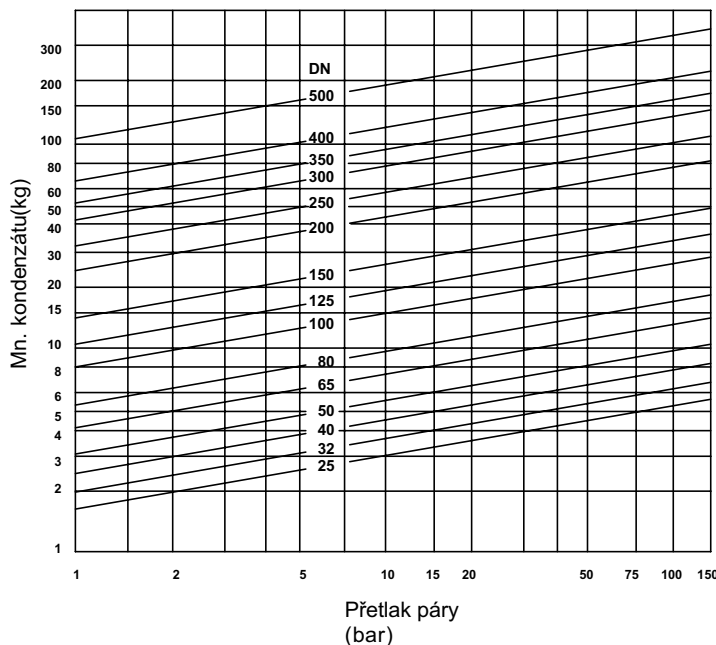
Tlak páry (bar)	1,0	2	4	8	12	16	21
Trubka s izolací	1	1	1,5	1,5	2	2,5	3
Trubka bez izolace	4	5	6	7	8	9	10

Poznámka:

Pro rychlé určení množství kondenzátu během náběhu použijte graf 17-3. Po určení správné hodnoty tuto násobte číslem 2 - doporučený bezpečnostní faktor pro všechny odvaděče umístěné mezi kotel a konec hlavního potrubí.

Graf 17-3

Množství odváděného kondenzátu pro trubku délky 20m zahřátá z teploty 0°C na teplotu sytosti.



Odvaděče instalované na konci hlavního potrubí nebo před redukčními a uzavíracími ventily, které jsou po část provozní doby uzavřené - bezpečnostní faktor 3:1.

Doporučeným typem je kloboučkový odvěděč, a to pro svoji rezistenci vůči znečištění kondenzátu, přerušované toky kondenzátu a odolávání hydraulickým rázům. Navíc, pokud selže, zůstává nejčastěji ve stavu „otevřeném“.

Instalace

Oba způsoby náběhu používají odpouštěcí ramena ve všech spodních bodech nebo také v přirozených odpouštěcích místech:

- před vertikálně vedenými trubkami
- na konci hlavního potrubí
- před kompenzačními spojkami nebo ohyby
- před ventily a regulátory

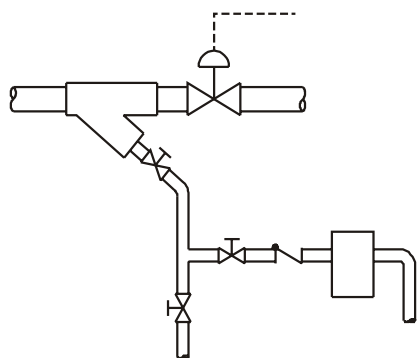
Odpouštěcí místa s odvěděčem kondenzátu se obvykle umísťují ve vzdálenostech cca 50m, ale nikdy ne větších než 75m. To se týká i soustav, kde nejsou přirozená odpouštěcí místa (viz obr. 18-1,2,3).

Při zahřívání (náběhu) „s dohledem“ má být délka odvěděcího ramene nejméně 1,5násobkem průměru hlavního potrubí, ale nesmí být nikdy menší než 250mm. Odvěděcí ramena při automatickém náběhu mají délku min. 700mm.

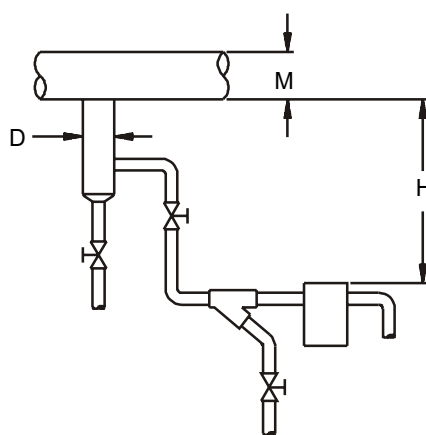
Průměr odpouštěcího ramene: U potrubí do 100mm je průměr odpouštěcího ramene stejný jako průměr hlavního potrubí. U potrubí nad 100mm 1/2 průměru, ne však méně než 100mm. (viz.Tab. 18.1)

Tab. 18-1
Doporučené rozměry odpouštěcích ramen pro dané parní potrubí.

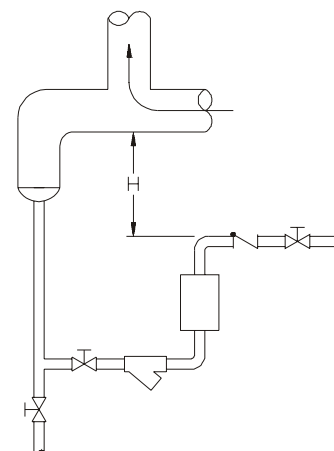
M	D	H	
		Náběh s dohledem L	Automatický náběh L
		Minimální délka odpouštěcího ramene (mm)	
Parní potrubí mm	Odpouštěcí rameno mm		
15	15	250	710
20	20	250	710
25	25	250	710
50	50	250	710
80	80	250	710
100	100	250	710
150	150	250	710
200	200	300	710
250	250	380	710
300	300	460	710
350	350	535	710
400	400	610	710
450	450	685	710
500	500	760	760
600	600	915	915



Obr. 18-1.
Odlučovací filtr před tlakovým redukčním ventilem.



Obr. 18-2.
Odpouštěcí rameno na hlavním potrubí.



Obr. 18-3.
Odpouštěcí rameno ve vertikálně vedené trubce.
Výška "H" v metrech / 10 = statický tlak (bar) pro vytlačení kondenzátu přes odvěděč.

Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba B, M, L, E, F, N, Q	Alternativa
Parní separátor	IBLV	*DC

*DC je první volbou, když je kvalita páry 90% nebo nižší.

Potrubní odbočky:

Jsou to vývody z hlavního potrubí, které zásobují konkrétní součásti parního zařízení.

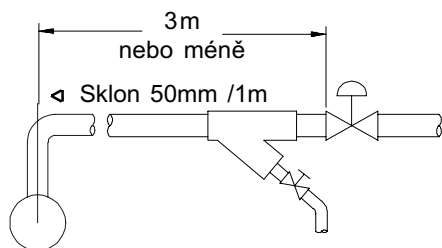
Celý systém musí být navržen a sestaven tak, aby vylučoval hromadění kondenzátu v kterémkoliv bodě.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

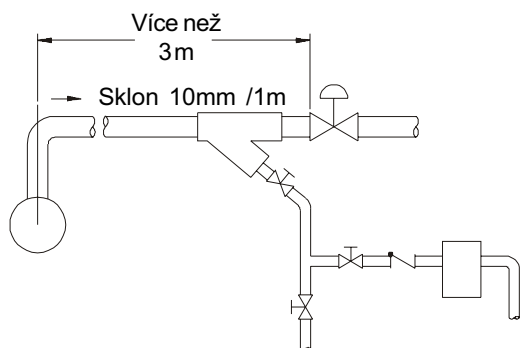
Vzorec pro výpočet množství kondenzátu je stejný jako u hlavního potrubí. Doporučený bezpečnostní faktor 3:1.

Instalace

Doporučené napojení odbočky hlavního potrubí je na obr. 19-1 (pro vývody kratší než 3m), delší vývody znázorňuje obr 19-2. Odvaděče instalované na konci hlavního potrubí nebo před redukčními a uzavíracími ventily, které jsou po část provozní doby uzavřené - bezpečnostní faktor 3:1.



Obr. 19-1. U zapojení s vývodem z hlavního potrubí kratším než 3m není zapotřebí žádný odvaděč, pokud zpětný spád do rozvodu je menší než 50mm/1m potrubí.



Obr. 19-2. Zapojení s vývodem delším než 3m. Odkalovací větev s odvaděčem je nutno instalovat před regulační ventil. Filtř před PRV může sloužit jako odkalovací větev, pokud vede do IB odvaděče. Tím se také snižují potíže při čištění filtru. Odvaděč by měl být vybaven zpětným ventilem nebo zpětnou klapkou umístěnou před odvaděčem.

Separátory:

Parní separátory jsou umístěny v potrubí z důvodu odstranění jakéhokoliv kondenzátu, který se vytváří uvnitř systému rozvodu páry.

Používají se nejčastěji před zařízeními, u kterých požadujeme proudění zejména suché páry a v parních potrubích, které už ze své podstaty provozu obsahují vysoké procento kondenzátu. Ve výběru odvaděče kondenzátu hraje hlavní roli schopnost zvládnout přerušované náporů kondenzátu, zpracovávat nízká množství a dobře odolávat hydraulickým rázům.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Doporučují se různé typy odvaděčů v závislosti na množství kondenzátu a hodnotě tlaku. Ve všech případech se doporučuje použít bezpečnostní faktor 3:1.

Žádanou kapacitu odvaděče lze vypočítat takto :

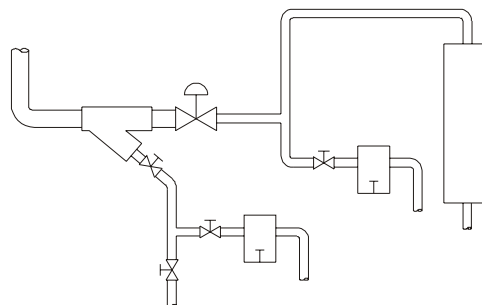
Požadovaná kapacita (kg/h) = bezp. faktor x Průtok páry (kg/h) x předpokládaný obsah kondenzátu (typicky 1-20%)

Pro použití odvodu kondenzátu v separátorech se používá IBLV (kloboučkový odvaděč s velkým odvodušňovacím otvorem). Nehrozí-li podstatné znečištění a hydraulické rázy, přijatelnou alternativou je plovákový odvaděč (F&T). Třetím typem odvaděče, který může být využit v mnoha případech, je **automatický diferenční regulátor kondenzátu**. Tento odvaděč spojuje nejlepší vlastnosti obou výše zmínovaných odvaděčů a doporučuje se pro velká množství kondenzátu, která překračují oddělovací schopnost separátoru.

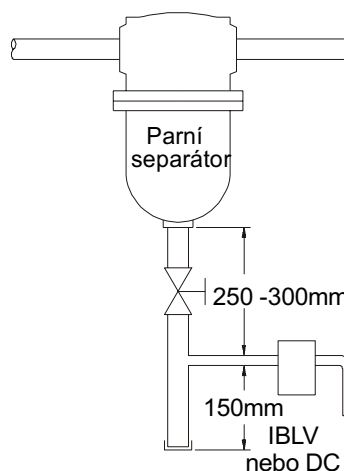
Instalace

Odvaděče by měly být napojeny na vypouštěcí trubku separátoru 250 až 300mm pod separátorem.

Odvodňovací potrubí by mělo mít plnou světlost po celé délce (tj. bez redukce) dle obr. 19-4.



Obr. 19-3. Je-li PRV umístěn pod zdrojem páry, je nutné před PRV instalovat odkalovací větev s odvaděčem bez ohledu na délku vývodu. Je-li topný had nad PRV, je nutné umístit odvaděč také na výstupní stranu ventilu.



Obr. 19-4. Odkalování ze spodní části separátoru. Pro zajištění účinného a rychlého toku by mělo mít odkalovací potrubí ze separátoru maximální průměr .

Parní otápěcí systémy zajišťují v primárním potrubí určitou stálou teplotu. V mnoha případech jsou vedeny venkovním prostředím, a tak okolní povětrnostní vlivy nabývají zásadního významu.

Základní funkcí odvaděče v otápěcích systémech je udržet páru dokud zcela neodevzdá své výparné teplo a potom odvést kondenzát a nezkondenzovatelné plyny. Tak jako toto pravidlo platí pro kterékoliv teplosměnné zařízení, také každá otápěcí větev vyžaduje svůj vlastní odvaděč kondenzátu. A to i tam, kde je několik otápěcích větví instalováno na stejném primárním potrubí.

Při výběru typu a specifikaci odvaděče je důležité zvažovat podobnost funkce odvaděče s funkcemi systému, jelikož odvaděč musí:

- 1 Po dobu provozu šetřit energii.
- 2 Zajišťovat periodický odvod tak, aby byl odstraňován kondenzát a vzduch z otápěcího potrubí, a tak umožnit čištění potrubí od kondenzátu a vzduchu .
- 3 Pracovat při nízkých průtocích.
- 4 Odolávat proti zamrznutí, je-li přívod páry zastaven.

Volba odvaděče

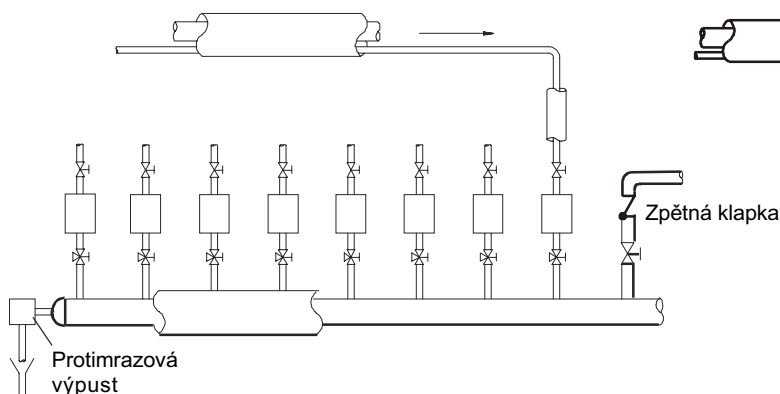
Průtok kondenzátu, který má být zpracováván v otápěcím potrubí lze vypočítat z následujícího vzorce :

$$m_c = \frac{L \cdot S_v \cdot k \cdot \Delta t \cdot 3.6}{l_v} \cdot (1 - \varphi)$$

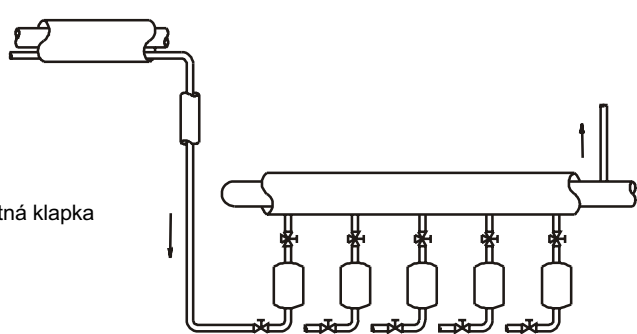
- m_c ...Průtok kondenzátu [kg/h]
 LVzdálenost mezi dvěma odvaděči v potrubí (m)
 S_v ...Vnější povrch primárního potrubí mezi dvěma odvaděči vztažené na 1 metr délky[m²/m], viz tab. 17-1
 kSoučinitel prostupu tepla [W/m²K], viz tab. 21-1,2
 Δt ...Teplotní diference [°C]
 l_vVýparné teplo [kJ/kg]
 φÚčinnost izolace

Typická instalace otápěcího potrubí

Obr. 20-1.



Obr. 20-2.



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba	Alternativa
Otápěcí potrubí	A, B, C, I, J, K, L, N	
	*IB	Termostatický nebo termodynamický (CD)

Optimální varianta, pro úsporu energie a zamezení ucpání nečistotami, je odvaděč IB s řídicím ventilem 5/64".

Příklad

Otápěcí ocelová trubka s parou 10bar (abs.) je použita na ohřev primárního potrubí o světlosti 100mm a délce 30m, ve kterém proudí voda. Primární potrubí je izolováno, aby teplota uvnitř byla 90°C při venkovní teplotě -25°C. Účinnost izolace je 75%. Jaký je průtok kondenzátu?

Ve většině aplikací otápěcího potrubí je tok do odvaděče obvykle malý; proto odpovídajícím typem odvaděče je zpravidla ten s nejmenší velikostí. Pro své vlastnosti se jako nejvhodnější jeví kloboučkový odvaděč kondenzátu.

Použijeme již zmíněný vzorec:

$$m = \frac{30\text{m} \cdot 0,36\text{m}^2 \cdot 13\text{W} / \text{m}^2\text{K} \cdot 115^\circ\text{C} \cdot 0,25 \cdot 3,6}{2013,6} = 7,2\text{kg} / \text{h}$$

Bezpečnostní faktor. Použijte bezpečnostní faktor 2:1. Navrhněte správnou velikost odvaděče a otápěcího potrubí, ne větší. Velikost řídicího otvoru zvolte 5/64". Je to kompromis mezi úsporami energie a zamezení ucpání nečistotami.

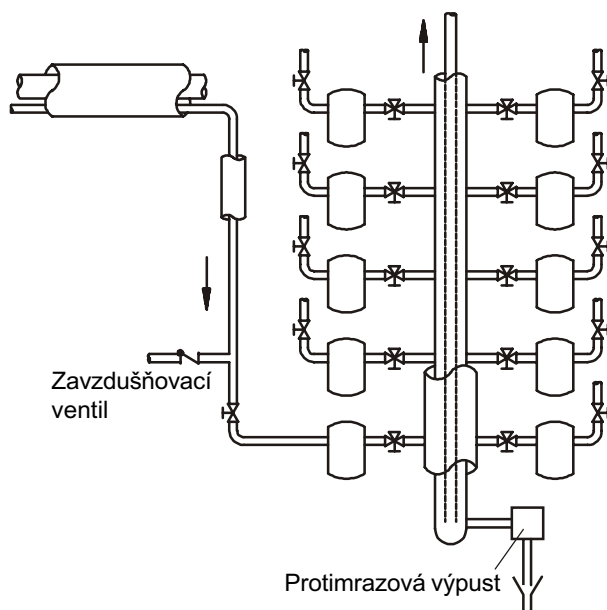
Instalace

Rozvodná nebo napájecí vedení mají být umístěna nad potrubími vyžadujícími parní otápní. Pro účinné odvádění kondenzátu a odvod nekondenzujících plynů se doporučuje, aby otápní větve byly spádovány tak, aby všechny spodní body byly odvodňovány. Tak se rovněž zabrání zamrznutí otápěcího potrubí. (Viz obr. 20-1, 20-2 a 21-1.)

Z důvodu zvýšení úspory energie má být kondenzát vrácen zpět do kotle. Bezprostředně před odvaděče doporučujeme umístit zavzdušňovací ventil k zajištění odvodu při odstavení systému. Hrozí-li nebezpečí zamrznutí, doporučujeme použít na výstupu typ odvaděče, který se tím nepoškodí.

Typická instalace otápěcího potrubí

Obr. 21-1



Tab. 21-1

Součinitel prostupu tepla k [W/m²K] pro přenos tepla parou vyhřívajícího ocelového potrubí do primárního potrubí v závislosti na viskozitě média v primárním potrubí.

Viskozita při průměrné teplotě		Specifická hmotnost kapaliny			
SSU	Centistokes	1	0,934	0,876	0,825
35	3	116	130	172	200
70	13	86	116	130	172
350	75	69	86	116	-
700	150	57	74	96	-
2000	475	41	57	-	-
3500	750	29	45	-	-

poznámka: 1Stokes = 10⁻⁴m²s⁻¹

Tab. 21-2

Součinitel prostupu tepla k - měřené pro pomalu se pohybující médium

Topné médium	Materiál stěny	Ohřívání médium	Souč. k [W/m ² K]
vzduch	litina	vzduch (plyn)	6
vzduch	ocel	vzduch (plyn)	8
voda	litina	vzduch (plyn)	8
voda	ocel	vzduch (plyn)	12
voda	měď	vzduch (plyn)	13
pára	litina	voda (plyn)	12
pára	ocel	voda (plyn)	13
pára	měď	voda (plyn)	17
pára	litina	voda	872
pára	ocel	voda	1046
pára	měď	voda	1163
voda	litina	voda	233-291
voda	ocel	voda	349-407
voda	měď	voda	349-465

Zařízení pro vytápění prostor, jako jsou vytápěcí systémy, vzduchotechnické systémy, žebrové radiátory a topné hady se nacházejí prakticky ve všech odvětvích průmyslu. Jde o základní vybavení vyžadující velmi málo běžné údržby; z toho plyne dlouhodobé opomíjení odvaděče kondenzátu. Zbytekový kondenzát v topném hadu (spirále) může způsobit poškození zamrznutím, erozí a vodními rázy.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

To, jaký odvaděč by měl být použit, je dáno konkrétními provozními požadavky, které zahrnují konstantní nebo kolísavý tlak páry. Pro specifikaci odvaděčů pro topné hady (spirály) byly vypracovány dvě standardní metody:

1. Konstantní tlak páry.

KLOBOUČKOVÉ (IB) a PLOVÁKOVÉ (F&T) ODVADĚČE KONDENZÁTU - bezpečnostní faktor 3:1.

2. Proměnlivý (kolísavý) tlak páry F&T ODVADĚČE A IB ODVADĚČE S TERMICKÝM ZVONEM

1. tlak páry 0-1bar - 2:1 při diferenci 0,1bar
2. tlak páry 1-2bar - 2:1 při diferenci 0,2bar
3. tlak páry nad 2bar - 3:1 při 1/2 maximální tlakové diference v odvaděči.

F&T ODVADĚČE A IB ODVADĚČE BEZ TERMICKÉHO ZVONU

Jen při tlaku páry nad 2bar - 3:1 při 1/2 maximální tlakové diference odvaděče.

Vytápěcí soupravy a vzduchotechnické systémy:

Běžně se používají tři metody výpočtu odváděného množství kondenzátu. Vhodnost metody závisí na známých provozních podmínkách.

1. KCAL metoda

Standardním ukazatelem pro ohřivače ve vytápěcích systémech a pro jiné vzduchové systémy je množství tepla v Kcal předaného vzduchu při tlaku páry v ohřivači 1,15bar a vstupní teplotě vzduchu 15°C.

K převodu ze standardní hodnoty na skutečnou použijte převodové koeficienty v tab. 24-1. Po určení skutečných pracovních podmínek násobte průtok kondenzátu vhodným bezpečnostním faktorem a porovnejte s kapacitním diagramem požadovaného typu odvaděče.

2. m³/min a metoda rozdílu teploty vzduchu

Jsou-li známy pouze kapacita ventilátoru v m³/min a vzrůst teploty vzduchu, skutečný kcal výstup lze určit ze vztahu:

$$\text{kcal/h} = \text{m}^3/\text{min} \times 18 \times \text{nárůst teploty ve } ^\circ\text{C}$$

Součinitel 18 se určí takto:

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

$$60\text{m}^3/\text{h} \times 1,25(\text{měrná hmotnost vzd. při } 5^\circ\text{C}) = 75\text{kg/h}$$

$$75\text{kg/h} \times 0,24(\text{měrná tepelná kapacita vzduchu [kcal/kgK]}) = 18\text{kcal/h}^\circ\text{C}$$

$$18\text{kcal/h}^\circ\text{C} \times \text{rozdílná teplota} = \text{výstup v kcal/h}$$

Příklad: Jakou velikost odvaděče použít pro odvod kondenzátu z ohříváku vzduchu 100 m³/h, který ohřívá o 30°C? Tlak páry je 5bar. Dosazením do vzorce $100 \times 18 \times 30 = 54\,000$ kcal/h (220 687 kJ/h) Nyní podělením 54 000 výparným teplem páry (503,4 kcal/kgK) a získáte 107,3kg/h kondenzátu. Vynásobte bezpečnostním faktorem 3 zjistíte, že potřebujete odvaděč kondenzátu s kapacitou 322 kg/h.

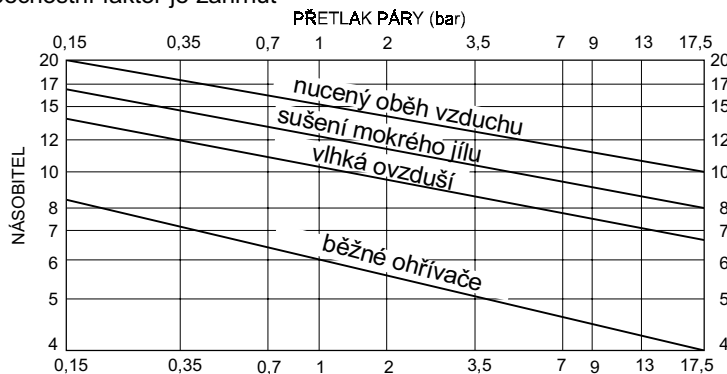
3. Kondenzátní metoda

Bylo-li určeno množství tepla v Kcal :

1. Dělte toto množství měrným skupenským teplem pro daný tlak. (Viz sloupec 2 tab. 24-1 nebo tabulky páry). Tak se vypočítá skutečné množství zkondenzované páry. Pro přibližné určení lze užít „palcového pravidla“ (thumb rule), podle kterého se množství tepla v Kcal prostě dělí 500.
2. Násobte skutečnou hmotnost kondenzující páry bezp. faktorem 3 a získáte požadovanou kontinuální odváděcí kapacitu odvaděče.
3. V kapacitním diagramu vyhledejte vhodný odvaděč pro konstantní tlak.

Graf 22-1.

Součinitele pro určení množství kondenzátu u vícenásobných hadů - bezpečnostní faktor je zahrnut



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Konstantní tlak			Proměnlivý tlak		
		0 - 2 bar	nad 2 bar		0 - 2 bar	nad 2 bar
Ohřivače ve vyt. systémech	Základní volba B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	Základní volba B, C, G, H, L	F&T	F&T*
	Alternativa	F&T	F&T	Alternativa	IBLV	IBLV
Vzduchotechnické systémy	Základní volba B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	Základní volba B, C, G, H, L	F&T	F&T*
	Alternativa	F&T	F&T	Alternativa	IBT (thr)	IBLV
Žebrové radiátory a topné hady	Základní volba B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	Základní volba B, C, G, H, L	F&T	F&T
	Alternativa	F&T	F&T	Alternativa	IBLV	IBLV

* Použijte IBLV nad teplotní a tlakové omezení F&T.

IBLV - kloboučkový odvaděč kondenzátu s velkým otvorem pro odvodu vzduchu umístěným v kloboučku odvaděče.

UPOZORNĚNÍ: 1. Tam, kde se vyskytují tlaky nižší než atmosférický, vybavte zavzdušňovacím ventilem.

2. Nepoužívejte F & T odvaděče na přehřátou páru

Převody jednotek:

$$1\text{kcal/kg} = 4.1868 \text{ kJ/kg}$$

$$1.1626\text{W/m}^2\text{K} = 1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$1.1626 \text{ W} = 1 \text{ kcal/h}$$

$$1\text{kcal/kgK} = 4.1868 \text{ kJ/kgK}$$

Topné hady:

Topné hady. Pokud možno, odvodňujte každou trubku zvlášť, abyste zabránili zkratu.

Samostatný topný had

Pro specifikaci odvaděčů pro samostatné trubkové hady nebo pro jednotlivě odvodňované trubky vyhledejte v tab. 24-2 množství kondenzátu vznikajícího na 1m² vnějšího povrchu trubky. Tuto hodnotu násobte délkou v metrech a vnějším délkovým povrchem v m²/m podle tab. 24-3, kde jsou hodnoty povrchu trubky vztažené na 1metr délky. Tak získáte normální průtok kondenzátu.

V případě rychlého vytápění použijte bezpečnostní faktor 3:1 a odvaděč s termickým odvodušněním. Jinak postačí bezpečnostní faktor 2:1 a standardní provedení odvaděče.

Vícenásobný topný had

Při specifikaci odvaděčů kondenzátu pro topné hady sestávající z několika trubek postupujte takto:

1. Určete povrch trubky (m²) vynásobením délky trubky (m) jejím vnějším délkovým povrchem (m²/m), který zjistíte z tab. 24-3.
2. Násobte povrch trubky množstvím kondenzátu z tab. 24-2. Tímto určíte normální průtok kondenzátu.
3. V diagramu 22-1 najdete součinitele pro vaše pracovní podmínky.
4. Násobením normálního průtoku kondenzátu předchozím součinitelem dostanete požadovanou kontinuální odvaděcí kapacitu odvaděče. Bezp. faktor je zahrnut v součiniteli.

Bezpečnostní faktor - doporučení pro téměř všechny aplikace:

1. Vylučte riziko zkratu vznikající díky několika trubkám topného tělesa.

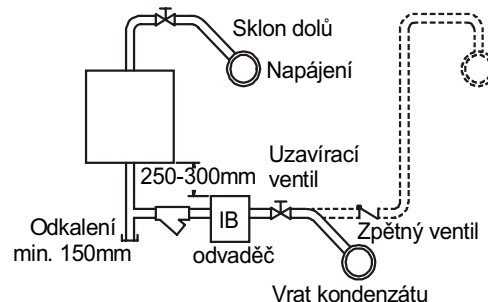
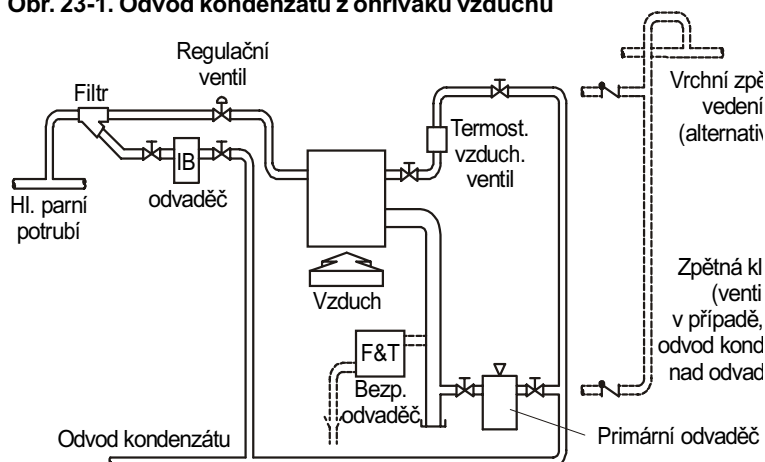
2. Zajistěte, aby odvaděč měl při daných pracovních podmínkách odpovídající kapacitu. V extrémně chladném počasí je pravděpodobná nižší teplota než uvažovaná teplota vstupního vzduchu a zvýšená potřeba páry ve všech částech závodu může zapříčinit snížení tlaku páry a zvýšení zpětného tlaku, což vede k redukci kapacity odvaděče.
3. Zajistěte odstraňování vzduchu a nekondenzujících složek.

UPOZORNĚNÍ: Pro nízkotlaké vytápění uvažujte bezpečnostní faktor při skutečné tlakové diferencii, ne při tlaku napájecí páry, neboť odvaděč musí být schopen pracovat také při maximální diferencii, která se vyskytne.

Instalace

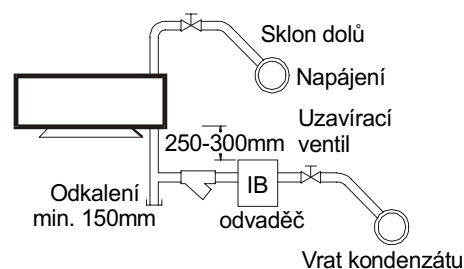
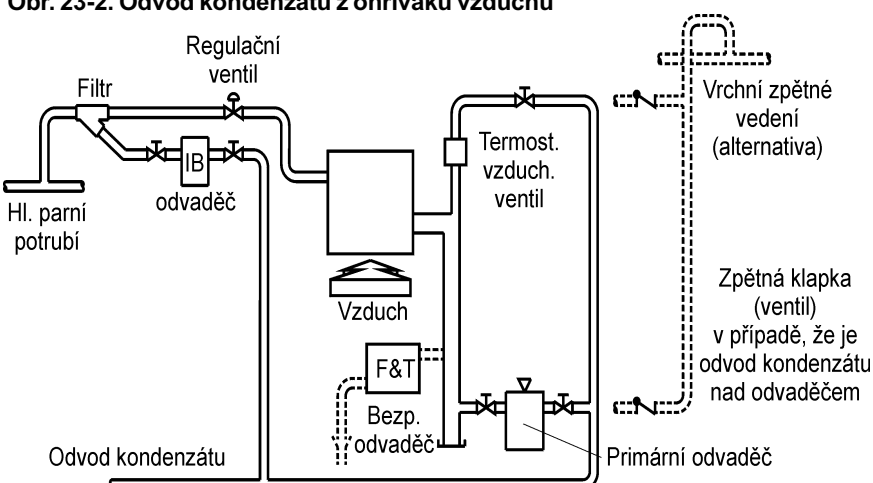
Řiďte se doporučeními jednotlivých výrobců. Obrázky 23-1, 23-2, 23-3 a 23-4 jsou výsledkem dohod výrobců zařízení pro vytápěcí prostor.

Obr. 23-1. Odvod kondenzátu z ohřeváků vzduchu



Obr. 23-3. Obecně uznávaná metoda zapojení a odvodňování vysokotlakých (nad 3bar) horizontálních výtlačných ohřeváků.

Obr. 23-2. Odvod kondenzátu z ohřeváků vzduchu



Obr. 23-4. Obecně uznávaná metoda zapojení a odvodň. nízkotlakých (pod 3bar) vertikálních výtlačných ohřeváků.

Na obr. 23-3 a 23-4 je znázorněna minimální vzdálenost odvodňovacího ramene 250-300mm.

Tab 24-1. Tabulka konstant pro určení kcal výstupu vytápěcí soupravy při jiných než standardních podmínkách tj. tlak páry 1,15bar při teplotě vstupního vzduchu 15°C. Použití: násobte standardní kcal kapacitu ohřivače odpovídající konstantou.

Tlak páry (bar)	Měrné skupenské teplo vypařování	Teplota vstupního vzduchu (°C)						
		-24	-12	0	+10	+15	+20	+32
1,15	537	-	-	-	1,078	1	0,926	0,782
1,35	534,7	1,64	1,456	1,289	1,127	1,05	0,974	0,829
1,7	528,8	1,73	1,545	1,375	1,211	1,311	1,056	0,908
2	525	1,799	1,614	1,441	1,275	1,194	1,117	0,97
2,5	521	1,861	1,675	1,498	1,333	1,251	1,174	1,024
3	516,7	1,966	1,775	1,597	1,429	1,436	1,266	1,115
4,5	506,3	2,134	1,936	1,755	1,582	1,498	1,416	1,262
6	498	2,256	2,057	1,872	1,696	1,61	1,527	1,368
6,5	495,6	2,312	2,112	1,925	1,748	1,66	1,577	1,418
8	488	2,409	2,204	2,015	1,836	1,749	1,633	1,502

Tab 24-2. Množství kondenzátu vzniklého v parním potrubí (kg/h/m²)

Tlak páry (bar)	1	2	4	8	12	16	21
Trubka s izolací	1	1	1,5	1,5	2	2,5	3
Trubka bez izolace	4	5	6	7	8	9	10

Tab 24-3. Rozměry trubek pro výpočet množství kondenzátu, vzniklého vyzařováním.

Trubka		Vnější průměr	Vnější délkový povrch	Délková hmotnost
palce	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	1,02
1/2	15	21,3	0,07	1,45
3/4	20	26,9	0,09	1,90
1	25	33,7	0,11	2,97
1 1/4	32	42,4	0,13	3,84
1 1/2	40	48,3	0,15	4,43
2	50	60,3	0,19	6,17
2 1/2	65	76,1	0,24	7,90
3	80	88,9	0,28	10,10
4	100	114,3	0,36	14,40
5	125	139,7	0,44	17,80
6	150	165,1	0,52	21,20
8	200	219	0,69	31,00
10	250	273	0,86	41,60
12	300	324	1,02	55,60
14	350	355	1,12	68,30
16	40	406	1,28	85,90
20	450	508	1,60	135,00

Průmyslové ohřivače vzduchu slouží k sušení papíru, řeziva, mléka, škrobu a dalších surovin, stejně jako k předehřívání vzduchu pro kotle.

Běžnými příklady těchto zařízení jsou průmyslové sušičky, tunelové sušárny a předehřivače spalovacího vzduchu. Ve srovnání s ohřivači vzduchu pro vyhřívání prostor, průmyslové ohřivače pracují s velmi vysokými teplotami; 260 °C není neobvyklá teplota. Tyto poměrně vysokoteplotní aplikace vyžadují i vysokotlakou (a občas přehřátou) páru.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Průtok kondenzátu odvaděčem lze určit ze vzorce:

$$m = \frac{V \cdot c \cdot r \cdot 60 (\text{min} / \text{h}) \cdot \Delta t}{l_v}$$

m - průtok kondenzátů (kg/h)

V - průtok vzduchu (m^3/min)

c - měrná tepelná kapacita vzduchu (kJ/kgK) - přibližně 1kJ/kg

r - hustota vzduchu 1,2 kg/ m^3 při 15°C (teplota vzduchu na vstupu)

Δt - změna teploty vzduchu (°C)

l_v - měrné výparné teplo (kJ/kg)

Příklad:

Na jaký průtok by měl být navržen odvaděč kondenzátu u tunelové sušárny s průtokem 60 m^3/min vzduchu, teplota vzduchu vzroste o 35°C. Přetlak páry je 5bar.

Podle předchozího vzorce vypočítáme množství kondenzátu.

$$m = \frac{60 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 60 \cdot 35}{2085,1} = 72,5 \text{ kg/h}$$

Výsledkem je 72.5kg/h.

Průtok se vynásobí bezpečnostním faktorem a vyjde požadovaná kapacita. Výsledkem je při bezpečnostním faktoru 2:1 145kg kondenzátu za hodinu.

Bezpečnostní faktor

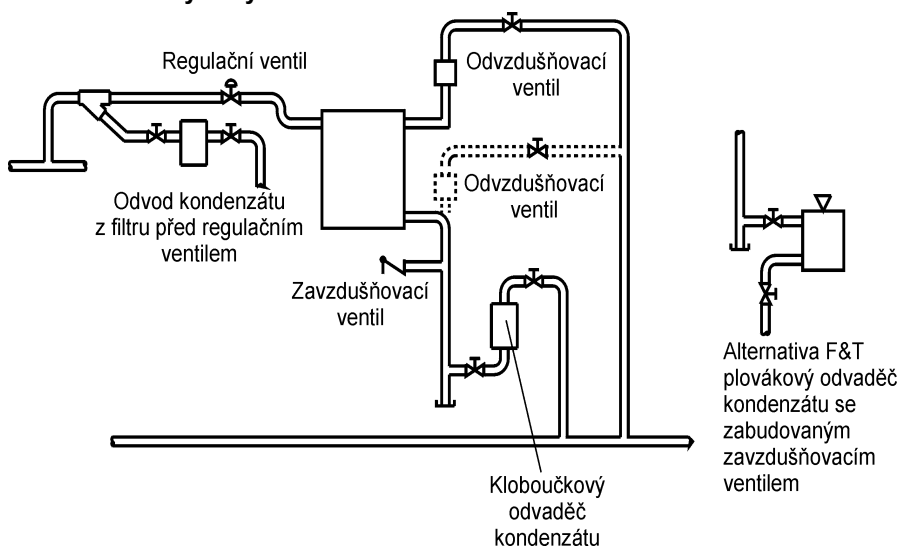
Doporučený bezpečnostní faktor v podmínkách konstantního tlaku je 2:1, pro kolísavý tlak volíme bezpečnostní faktor 3:1 při 1/2 maximální tlakové diferencii odvaděče.

Instalace

Zapojení pro celou část zařízení průmyslového ohřívání vzduchu, včetně připojení odvaděče kondenzátu musí být navrženo s odpovídající tolerancí pro roztažnost způsobenou velkými změnami teploty. Odvaděč se umísťuje 250 až 300 mm pod topného hada s navrženým odkalením nečistot umístěným min. 150 mm pod odvod kondenzátu. Jak při konstantním, tak při kolísavém tlaku je potřebné zařadit mezi topný had a odvaděč zavzdušňovací ventil a ve vzdáleném vrchním bodě termostatický odvzdušňovací ventil. Viz obr. 25-1.

Pokud je kondenzát přetlačován do velké výšky, nebo se vyskytuje protitlak, zvažte použití bezpečnostního odvodnění.

Obr. 25-1. Průmyslový ohřivač vzduchu



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení		0 - 3 bar	nad 3 bar
Průmyslové ohřivače vzduchu KONSTANTNÍ TLAK	Základní volba B, F, K, I, M, A	IB	IB
	alternativa	*F&T	IB
Průmyslové ohřivače vzduchu KOLÍSAVÝ TLAK	Základní volba B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	alternativa	IBLV	IBLV

*Tlakový zlomový bod pro použití F&T odvaděče může být různý pro jiné modely a velikosti odvaděčů.

UPOZORNĚNÍ:

1. Pokud se může vyskytovat vakuum, instalujte zavzdušňovací ventil.
2. Nepoužívejte F&T na přehřátou páru.

Trubkové výměníky a ponorné hady

Ponorné hady jsou teplotnosné trubky, ve kterých kondenzuje pára a jsou ponořené do kapaliny, která se má ohřívat nebo zahušťovat. Tento typ hadu lze nalézt prakticky ve všech závodech a provozech používajících páru. Obvyklými příklady jsou ohřívače vody, reboilery, sací ohřívače, odpařovací stanice a výparníky. Používají se při ohřevu vody pro domácí nebo průmyslové využití, odpařování průmyslových plynů (propan, kyslík), zahušťování zpracovávaných tekutin (cukr, černý luh, ropa) a při ohřevu topného oleje pro snadnou přepravu a rozstříkávání.

Rozdílné provozní požadavky, jako je konstantní nebo kolísavý tlak páry, vyžadují použití různých druhů odvaděčů. Při výběru odvaděče hrají nejčastěji roli tyto faktory: Schopnost odvádět vzduch při nízkých tlakových diferencích, uchování energie, odstraňování nečistot a hromadění kondenzátu.

Bezpečnostní faktor

- I. Konstantní tlak páry
IB nebo F&T - použijte bezpečnostní faktor 2:1 při daných pracovních diferencích tlaku.
- II. Kolísání tlaku páry
F&T nebo IB odvaděče.
 1. Tlak páry 0-2Bar -2:1 při diferenci 0,1 Bar
 2. Tlak páry 2-3Bar -2:1 při diferenci 0,2 Bar
 3. Tlak páry nad 3 Bar - 3:1 při poloviční max. tlakové diferenci odvaděče.
- III. Konstantní nebo kolísavý tlak, síťové odvodňování.
Použijte automatický diferenční regulátor kondenzátu s bezpečnostním faktorem 3:1. Alternativně lze použít IBLV s bezpečnostním faktorem 5:1.

Trubkové výměníky

Jedním z typů ponorného hada je trubkový výměník tepla, viz obr. 26-1. V tomto výměníku jsou trubky umístěné ve válcovém plášti s omezeným volným prostorem. To zaručuje účinný přestup tepla. V trubkách, které jsou ponořené do ohřivaného média, proudí pára. Možná je však i opačná konfigurace, kdy pára je v mezitrubkovém prostoru a ohřivané médium v trubkách.

Volba odvaděče pro trubkové výměníky

Je-li známa skutečná hodnota ohřátí média, použijte k určení průtoku kondenzátu trubkovým výměníkem následující vzorec, (jsou-li známy rozměry samotného topného hada použijte vzorec pro vestavěného hada)

$$m_C = \frac{m \cdot \Delta t \cdot c_p \cdot 3.6 \cdot \rho}{l_v}$$

m_C - průtok kondenzátu (kg/h)
 m - průtok média (kg/s)
 Δt - rozdíl teplot ($^{\circ}\text{C}$)
 c_p - měrná tepelná kapacita (kJ/kg K)
 ρ - hustota ohřivaného média pro střední teplotu ohřevu $((t_{\text{vstup}} + t_{\text{výstup}})/2)$ (kg/m³)
 l_v - měrné výparné teplo (kJ/kg)

Příklad: Určete množství vzniklého kondenzátu při ohřevu vody ve výměníku tepla. Do výměníku je přiváděna sytá pára. Množství vody je 0.5kg/s

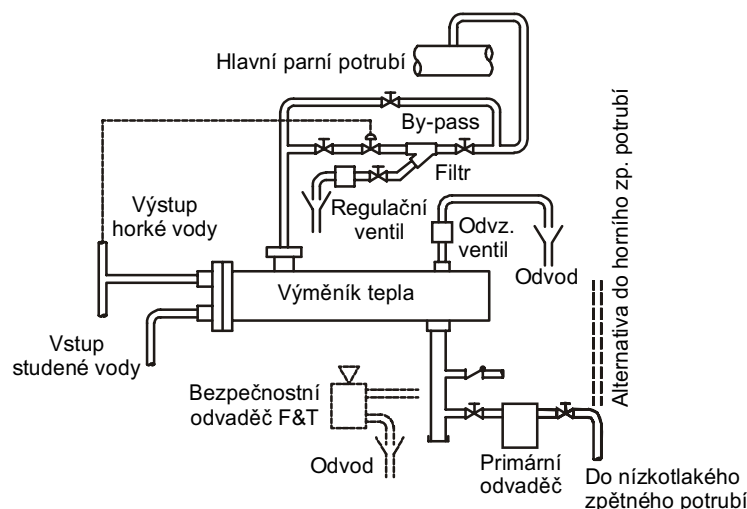
Parametry vody:
 teplota na vstupu: 20 $^{\circ}\text{C}$
 teplota na výstupu: 120 $^{\circ}\text{C}$
 přetlak vody: 6bar
 přetlak syté páry: 1bar

Při použití předcházejícího vzorce:

$$m_C = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 4,1868 \cdot 3.6 \cdot 978}{2201,6}$$

$$m_C = 333,3 \text{ kg/h}$$

Obr. 26-1. Trubkové výměníky (typické zapojení)



Tabulka doporučení

*Tlakový zlomový bod pro použití F&T odvaděče může být různý pro jiné modely a velikosti odvaděčů.

UPOZORNĚNÍ:

1. Pokud se může vyskytovat vakuum, instalujte zavzdušňovací ventil.
2. Při kolísavém provozu instalujte bezpečnostní odvaděč.
3. Tam, kde se vyskytuje mnoho nečistot a velké objemy vzduchu, lze efektivně použít IB odvaděč s externím termostatickým odvzdušňovacím ventilem.

Ošetřované zařízení		0 - 3 bar	nad 3 bar
Trubkový výměník Vestavěné a trubkové hady KONSTANTNÍ TLAK	Základní volba I, F, Q, C, E, K, N, B, G	IBLV	IBLV
	alternativa	DC F&T	DC *F&T
Trubkový výměník Vestavěné a trubkové hady KOLÍSAVÝ TLAK	Základní volba B, C, G, H, L, I	*F&T ³	F&T ³
	alternativa	IBT	IBLV

Vestavěné hady

Velmi často jsou otevřené nádrže na vodu nebo chemikálie vyhřívány pomocí vestavěných hadů, obr. 27-1. Kanály pro páru jsou vytvořeny protlačováním žlábků v plátech plechu. Dva pláty jsou navzájem zrcadlovými obrazy a po jejich svaření dohromady formují kanály pro vstup páry, přenos tepla a odvod kondenzátu.

Volba odvaděče (vestavěné hady)

Jsou-li dvě proudící kapaliny rozdílných teplot odděleny s tím, že jedna z teplot roste a druhá klesá, mezi teplotami kapalin je střední teplotní logaritmický spád t_{in} ; stejně jako mezi parou a kapalinou (nebo vstupem a výstupem výměníku tepla).

$$\Delta t_{in} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{L_n \cdot \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

t_1 - největší teplotní rozdíl
 Δt_2 - nejmenší teplotní rozdíl

Příklad: Jaký je střední logaritmický teplotní spád jedné kapaliny ohřívané ze 74°C na 95°C a druhé kapaliny ochlazované ze 125°C na 95°C?

Použitím předchozího vzorce dostaneme

$$\Delta t_{in} = \frac{(30 - 21)^\circ \text{C}}{\ln \frac{30}{21}} = \frac{9}{0,36} = 25^\circ \text{C}$$

Pro určení celkové tepelné výměny použijeme:

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta t$$

Q - množství tepla (W)

S - výhřevná plocha (m²)

k - součinitel prostupu tepla (W/m²K), viz tab. 27-2

Δt_{in} - střední logaritmický teplotní spád (K)

pro konkrétní případ:

výhřevná plocha: 8 m²

souč.prostupu tepla: 1050 W/m²K

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta t = 1050 \cdot 8 \cdot 25 = 210 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Páře o tlaku 2,5 bar (127°C) odpovídá výparné teplo 2 181 kJ/kg. Množství kondenzátu získáte podělením $m_c =$

Tento výsledek vynásobte bezpečnostním faktorem a máte návrhovou kapacitu odvaděče kondenzátu.

Trubkové hady

Jsou to trubice ponořené v nádobách o velkém objemu vůči samotným hadům. Obr. 27-1,2. To je zásadně odlišuje od výměníků s vestavěnými hady. Stejně jako vestavěné nebo sifónové, v závislosti na podmínkách převládajících v místě použití. Narozdíl od vestavěných hadů zde jde většinou o instalaci v uzavřených nádobách.

Volba odvaděče (trubkové hady)

Průběh kondenzátu lze určit pomocí jednoho ze vzorů, v závislosti na známých údajích. Pokud je známa kapacita, použijte vztah pro trubkové výměníky. Jsou-li známy rozměry, použijte vztah pro vestavěné hady.

Instalace

Pokud se u trubkových výměníků, vestavěných hadů a trubkových hadů využívá odvodnění samospádem, odvaděč musí být umístěn pod těmito zařízeními. Při proměnném tlaku se doporučuje použití zavzdušňovacího ventilu. Tento může být zabudován v F&T odvaděči nebo namontován vně vstupního potrubí na IB odvaděči. Jako zásobník se před odvaděč umístí odvodňovací trubka. Tak se zajistí odvodnění potrubí při maximálním průtoku kondenzátu a minimální tlakové diferenci páry.

Vylučte stoupání kondenzátu z proměnně řízených trubkových výměníků, vestavěných hadů nebo trubkových hadů. Pokud to není možné, řiďte se doporučeními:

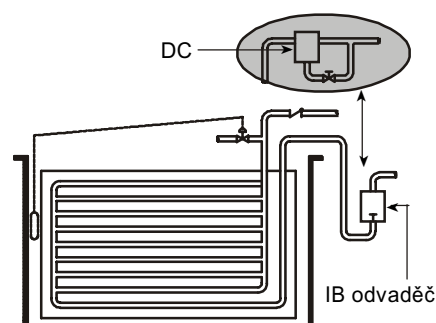
1. Nevytlačujte kondenzát výše než 1m na každých 0,2bar normální tlakové diference, ať už před odvaděčem nebo za ním.
2. Pokud dochází ke zdvihu kondenzátu za odvaděčem, instalujte nízkotlakou bezpečnostní výpusť.
3. Dochází-li ke zdvihu kondenzátu před odvaděčem (sifónový zdvih), potom je vhodné použít automatický diferenční regulátor kondenzátu, který účinně odvede veškerou zbytkovou páru.

Tab. 27-1. Hodnoty k (W/m²K) pro trubkové hady

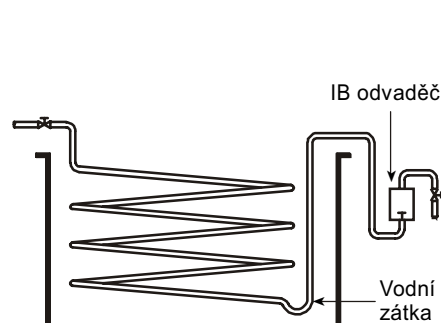
Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
pára - voda	285 - 1135	850 - 6750
trubkový ohřívač (1 1/2")	1050	2550
trubkový ohřívač (3/4")	1150	2805
pára - olej	60 - 175	285 - 850
pára - vařící kapalina	1700 - 4354	-
oára - vařící olej	285 - 850	-

Tab. 27-2. Hodnoty k (W/m²K) pro vestavěné hady

Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
pára - vodní roztoky	580 - 1135	850 - 1570
pára - lehký olej	230 - 256	350 - 630
pára - středně těžký olej	116 - 235	285 - 570
pára - těžký olej	90 - 174	235 - 465
pára - dehtový asfalt	116 - 140	105 - 350
pára - roztažená síra	140 - 200	200 - 255
pára - roztažený parafin	140 - 200	135 - 290
pára - melasa nebo sirup	116 - 232	400 - 510
dowtherm - deht. asfalt	90 - 175	285 - 350



Obr. 27-1. Termostaticky řízený vestavěný had, sifónové odvodnění



Obr. 27-2. Spojitý had - odvodňovaný sifónem

Odpařovací stanice jsou projektovány za účelem snížení obsahu vody v surovině přivedením tepla. Běžně se používají v mnoha odvětvích průmyslu, zvláště pak v papírenském, potravinářském, textilním, chemickém a ocelářském.

Z konstrukčního hlediska je odpařovací stanice trubkový výměník tepla, ve kterém je obvykle pára v mezitrubkovém prostoru a ohřívané médium (surovina) proudí trubkami. V závislosti na typu suroviny a požadovaných koncentracích suroviny může být uplatněno více než jednostupňové odpařování. Běžné je třístupňové odpařování, ačkoliv v některých aplikacích lze nalézt pět až šest stupňů.

Jednostupňové odpařování

Při nuceném oběhu suroviny trubkami odpařovací stanice se ze suroviny dodáváním tepla jistá část vody odpaří. Po skončení tohoto procesu jsou páry suroviny i samotná koncentrovaná surovina vedeny do oddělovací komory, kde se pára odčerpává a může být dále použita. Koncentrát je poté odčerpáván do jiné části procesu (viz obr. 28-2).

Vicestupňové odpařování

V prvním stupni se používá jako zdroj tepla pára z kotle. Ve druhém stupni se jako zdroje tepla využívá páry získané ze suroviny v prvním stupni. Pára vznikající ve druhém stupni je potom zdrojem tepla pro třetí stupeň a nakonec ohřívá vodu pro jiné procesy nebo předeřívá surovinu na vstupu (viz obr. 28-1).

Protože se odpařovací stanice používají pro velké množství různých médií, při jejich návrhu se vyskytuje množství proměnných. Průtoky páry jsou v rozsahu 500kg/h až 50000kg/h, zatímco její tlak se pohybuje v rozmezí 10 bar v prvním stupni až po podtlak 0.06bar v posledním stupni.

Jelikož odpařovací stanice jsou provozovány v nepřetržitém běhu, počítá se se zpracováním stálého průtoku kondenzátu. Je důležité mít na paměti, že odváděče je nutno vybírat pro skutečnou tlakovou diferenci v každém stupni.

Při návrhu odváděče je potřebné uvážit tři hlavní faktory:

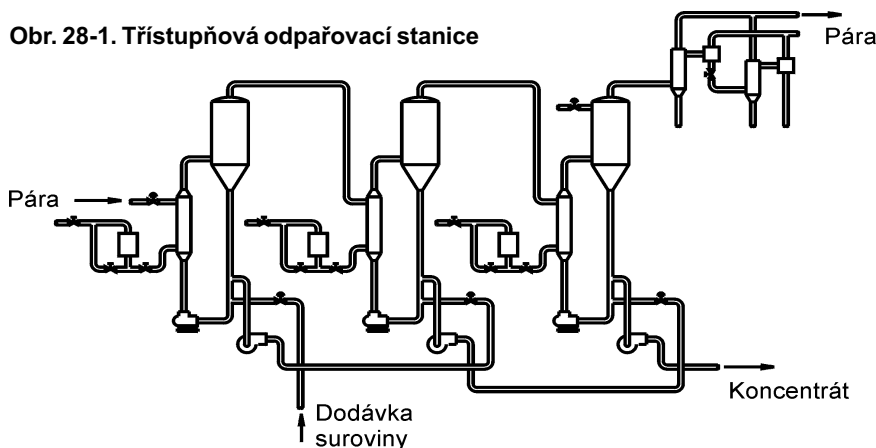
1. Velké průtoky kondenzátu.
2. Malé tlakové diference.
3. Odvádění vzduchu a nečistot.

Bezpečnostní faktor

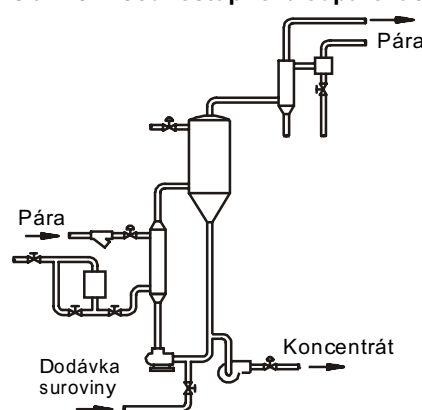
Při konstantním průtoku kondenzátu nad 25000 kg/h je doporučován bezpečnostní faktor 2:1. Při průtoku menším než 25000 kg/h použijte faktor 3:1.

Jako velmi vhodné se doporučuje instalovat automatický diferenční regulátor kondenzátu (CD). Kromě nepřetržité činnosti umožňuje odvod vzduchu a CO₂ při teplotě páry, má dobrou schopnost odvádět zbytkovou páru a reaguje okamžitě na náhlé nárazy kondenzátu.

Obr. 28-1. Třístupňová odpařovací stanice



Obr. 28-2. Jednostupňová odpařovací stanice



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení		0 - 3 bar	nad 3 bar
Odpařovací stanice JEDNOSTUPŇOVÁ	Základní volba A, F, G, H, K, M, P	DC	DC
	alternativa	IBLV F&T	IBLV F&T
Odpařovací stanice VÍCESTUPŇOVÁ	Základní volba A, F, G, H, K, M, PI	DC	DC
	alternativa	IBLV F&T	IBLV F&T

Instalace

Odpařovací stanice je v podstatě trubkový výměník tepla (vařák) s párou v mezitrubkovém prostoru. Proto ve výměníku musí být oddělené odvzdušňovací ventily. Umísťují se do všech prostor, kde dochází k akumulaci vzduchu. Každý stupeň vyžaduje svůj odvaděč kondenzátu. Zatímco kondenzát z prvního stupně se může vracet do kotle, kondenzát v následujících stupních je kontaminován surovinou a proto se do kotle vracet nesmí.

Výběr odvaděče pro odpařovací stanice

Je zapotřebí věnovat pozornost výběru hodnoty součinitele prostupu tepla k (W/m^2K). Obecná pravidla výběru jsou:

- odpařování s přirozeným oběhem a nízkotlakou párou (do 0.3MPa) $k = 1600$;
- odpařování s přirozenou cirkulací a vysokým tlak (do 0.5MPa) $k = 2800$;
- odpařování s nuceným oběhem $k = 4200$

Přenos tepla (tepelný výkon) pro kontinuální výměník, vytápěný parou o konstantním tlaku, udává vztah:

$$Q = k \cdot S \cdot \Delta t_{ln}$$

Q - množství tepla (W)

S - výhřevná plocha (m^2)

k - součinitel prostupu tepla (W/m^2K)

Δt_{ln} - střední teplotní logaritmický spád (K)

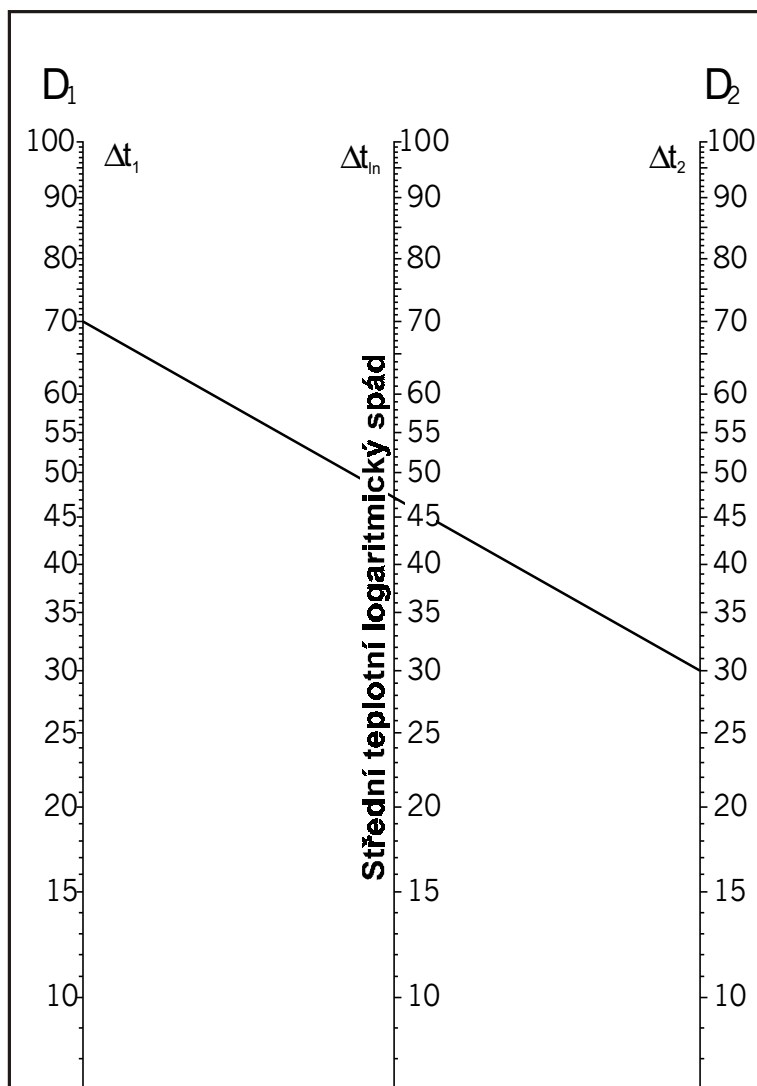
$$\Delta t_{ln} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

Δt_1 - největší změna teploty

Δt_2 - nejmenší změna teploty

Střední teplotní logaritmický spád lze určit s malou nepřesností pomocí monogramu diagram 29-1.

Diagram 29-1. Střední teplotní logaritmický spád



Duplikátory jsou v podstatě opláštěvané parní nádoby tlakové i beztlakové, v jejichž plášti zpravidla proudí pára. Vyskytují se takřka ve všech průmyslových odvětvích, především však v masozpracujícím, papírenském, cukrovarnickém průmyslu, zpracování ovoce a zeleniny, potravinářském průmyslu.

Rozlišují se dva základní typy parních duplikátorů - s pevnou samospádovou výpustí (fixed gravity drain) a s výklopným sifonovým odvodem (tilting syphon drain). Každý z typů vyžaduje speciální metodu odvádění kondenzátu, i když hlavní problémy s tím spojené jsou společné pro oba typy.

Největším problémem je vzduch odváděný z pláště, který nepříznivě ovlivňuje celkovou teplotu směsi páry a vzduchu. Duplikátory obvykle pracují v dávkovém provozu a základním požadavkem je udržování rovnoměrné teploty. Velké množství

vzduchu způsobuje značné kolísání teploty, jehož důsledkem je nestejný ohřev média, nebo zpomalení procesu. Jinak řečeno, za jistých okolností může vzduch v množství již 0,5-1% v objemu páry znesnadnit předávání tepla vytvořením izolačního filmu na povrchu výhřevné plochy a snížit tak účinnost až o 50%.

Druhým zásadním požadavkem při použití parních duplikátorů je potřeba stálého a důkladného odstraňování kondenzátu. Hromadění kondenzátu v plášti vede k méně spolehlivému řízení teploty a snižuje její hodnotu na výstupu z duplikátoru.

Volba odvaděče pro duplikátory

Požadovaná kapacita odvaděče se určí pomocí následujících vzorců:

$$m_c = \frac{k \cdot S \cdot \Delta t \cdot 3,6}{l_v} \quad (1)$$

m_c - průtok kondenzátu [kg/h]
 k - součinitel prostupu tepla (W/m^2K)
 S - plocha [m^2]
 Δt - změna teploty kapaliny [K]
 l_v - výparné teplo [kJ/kg]

Příklad: Jaká má být kapacita navrhovaného odvaděče pro odvádění kondenzátu z duplikátoru o průměru 800mm. Provozní přetlak páry 7bar. Kapalina má být zahřata z 20°C na 143°C.

Součinitel prostupu tepla je přibližně 990 W/m^2K .

Použitím vzorce: (1)

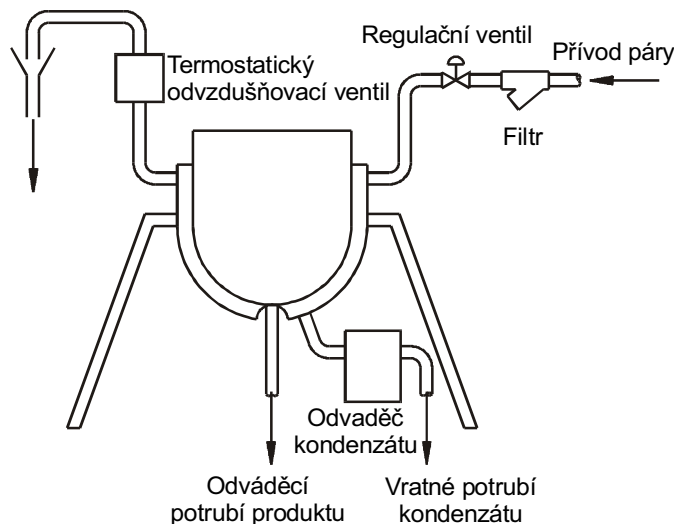
$$Q = \frac{990 \cdot 1,18 \cdot 123 \cdot 3,6}{2046} = 253 \text{ kg/h}$$

- výhřevná plocha je dána výrobcem
 $S = 1,18 m^2$

Vynásobením číslem 3 (bezp. faktor) získáme množství kondenzátu pro návrh odvaděče.

Výsledkem je 759 kg/h.

Obr. 30-1 Samospádové odvodňování duplikátoru - pevného kotle



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení		Odvaděč
Duplikátor Samospádová výpust'	Základní volba B, C, E, K, N	IBLV
	alternativa	F&T nebo termostatický
Duplikátor Výklopný sifonový odvod	Základní volba B, C, E, G, H, K, N, P	DC
	alternativa	IBLV

Pro alternativní metodu výpočtu množství kondenzátu použijte následující vzorec:

$$m_c = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{l_v \cdot T} \quad (2)$$

m_c - průtok kondenzátu [kg/h]
 V - objem ohřívání kapaliny [m^3]
 ρ - hustota kapaliny [kg/ m^3]
 c_p - měrná tepelná kapacita kapaliny [kJ/kgK]
 Δt - změna teploty kapaliny [°C]
 l_v - výparné teplo páry [kJ/kg]
 T - čas [h]

Příklad: Určete množství odvedeného kondenzátu z duplikátoru o objemu kapaliny $1m^3$.

V duplikátoru bude ohříváno mléko z teploty 20°C na 80°C.

Doba ohřevu je půl hodiny a topná pára má tlak 0.15MPa.

Hustota mléka: 1030kg/ m^3

Měrná tepelná kapacita: 3.77kJ/kgK

Doplněním do vzorce :(2)

$$m_c = \frac{1 \cdot 1030 \cdot 3,77 \cdot 60}{2226 \cdot 0,5} = 209,3 \text{ kg/h}$$

Tento výsledek jednoduše vynásobíme bezpečnostním faktorem 3.

Výsledkem je 628 kg/h. Na toto množství vybereme odvaděč kondenzátu.

Standardním požadavkům při odvádění kondenzátu z duplikátoru se samospádovou výpustí nejlépe vyhovuje kloboučkový odvaděč.

Kloboučkový odvaděč (IB) umožňuje odvádění vzduchu a CO₂ při teplotě páry a poskytuje vysokou účinnost při protitlaku. Základním doporučením pro sifonový odvod duplikátoru výklopného kotle je automatický diferenční regulátor kondenzátu (DC). Kromě stejných vlastností jako má IB, má DC odvaděč vynikající schopnost odvádět vzduch a zbytkovou páru při velmi malém tlaku. Pokud pro duplikátor se sifonovým odvodem použijete IB, zvolte odvaděč o třídu větší. (větší bezpečnostní faktor)

Obecná doporučení pro dosažení maximální účinnosti

Zadaná rychlost varu. Protože druh ohřívání média výrazně ovlivňuje volbu odvaděčů v provozech s velkým množstvím duplikátorů lze doporučit provedení experimentů s odvaděči různých dimenzí za účelem nalezení typu s nejlepšími výsledky.

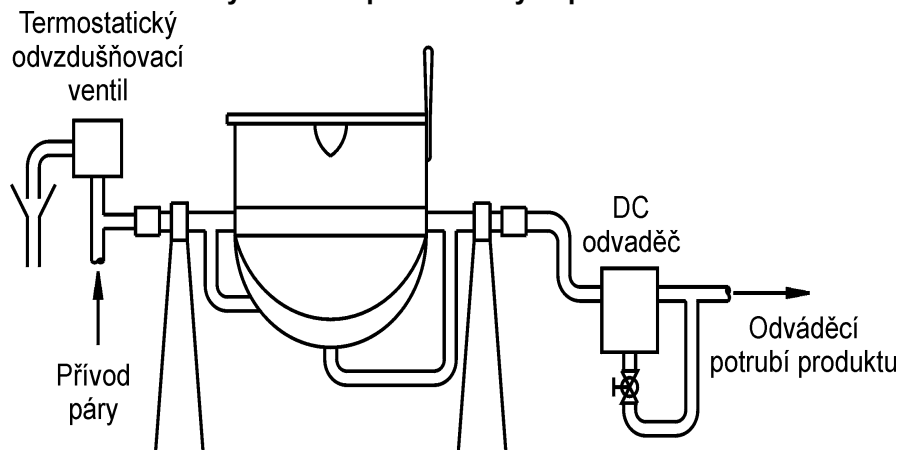
Napájení párou. Pro dodávku páry do duplikátoru je potřebné použít potrubí s dostatečným průměrem. Nejlepší výsledky se dosahují, když vstupní přívod je umístěn v horní části pláště a je drážkovaný tak, aby pára byla rozváděna pod celým povrchem pláště.

Instalace

Odvaděče se umísťují blízko k duplikátorům. Spolehlivost a schopnost odvádění vzduchu lze zvýšit instalací odvodušňovacích ventilů v nejvyšších bodech pláště. Viz obr. 30-1 a 31-1.

Nikdy neodvodňujte jedním odvaděčem dva nebo více duplikátorů. Vedlo by to k tzv. tepelnému zkratu odvaděče.

Obr. 31-1 Sifonový odvod duplikátoru - výklopného kotle



Do této skupiny zařízení patří plošné lisy pro výrobu překližek a dalších plošných výrobků, formy s parním pláštěm na gumové a plastové díly, autoklávy na tvrzení a sterilizaci, retorty pro vaření.

Lisy s parními plášti

V těchto zařízeních se tvarují a vytvrzují lisované plastické a gumové výrobky jako např. pouzdra baterií, hračky, armatury a pneumatiky, lisují se a klíží překližky. Zvláštním typem lisy s parní komorou je plošný mandl.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Pro uzavřené stacionární parní komorové aparatury se určí průtok kondenzátu takto:

$$m_c = S \cdot v \cdot K \quad (1)$$

m_c - průtok kondenzátu (kg/h)

S - celková plocha lisy ve styku s výrobkem

v - rychlost kondenzace (kg/m²/h)

(Pro specifikaci odvaděče lze užít

$v = 35$ kg/m²/h)

K - bezpečnostní faktor (3:1)

Příklad: Jaký je průtok kondenzátu u lisy, jestliže celková plocha lisy je 600x900mm.

Použitím vzorce : (1)

$$m_c = S \cdot v \cdot K$$

$$m_c = (0.6 \cdot 0.9) \cdot 35 \cdot 3 = 56.7 \text{ kg/h}$$

bezpečnostní faktor : 3:1

$$m_c = 170.1 \text{ kg/h}$$

Bezpečnostní faktor pro všechna zařízení tohoto typu je 3:1.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Kloboučkový odvaděč kondenzátu je první volbou při výběru odvaděče pro toto zařízení. Zejména pro svou schopnost čistit systém, odolávat hydraulickým rázům a energetickým úsporám. Alternativně lze doporučit diskový a termostatický odvaděč. Bezpečnostní faktor je již zmíněný poměr 3:1.

Instalace

Ačkoliv je průtok kondenzátu v každé desce lisy malý, je potřeba pro vyloučení možnosti krátkého spojení odvádět kondenzát z každé desky samostatně, viz obr. 32-1. Tak se zajistí maximální a stálá teplota při daném tlaku páry, účinné odvádění kondenzátu a odstupňování nekondukcujících složek.

Přímý vstřík páry do výrobní komory

Tento typ zařízení používá páru v přímém styku s výrobkem při sterilizaci, vytvrzování a vaření. Běžnými příklady jsou autoklávy používané při výrobě gumy a plastových výrobků, sterilizátory oděvů ve zdravotnictví a retorty na vaření potravinářských produktů dodávaných v konzervách.

Pro výpočet průtoku se použije vzorec:

$$m_c = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{l_v \cdot T} \quad (2)$$

m_c - průtok kondenzátu (kg/h)

m - hmotnost materiálu (kg)

c - měrná tepelná kapacita materiálu (kJ/kgK)

Δt - změna teploty materiálu (K)

l_v - výparné teplo páry (kJ/kg)

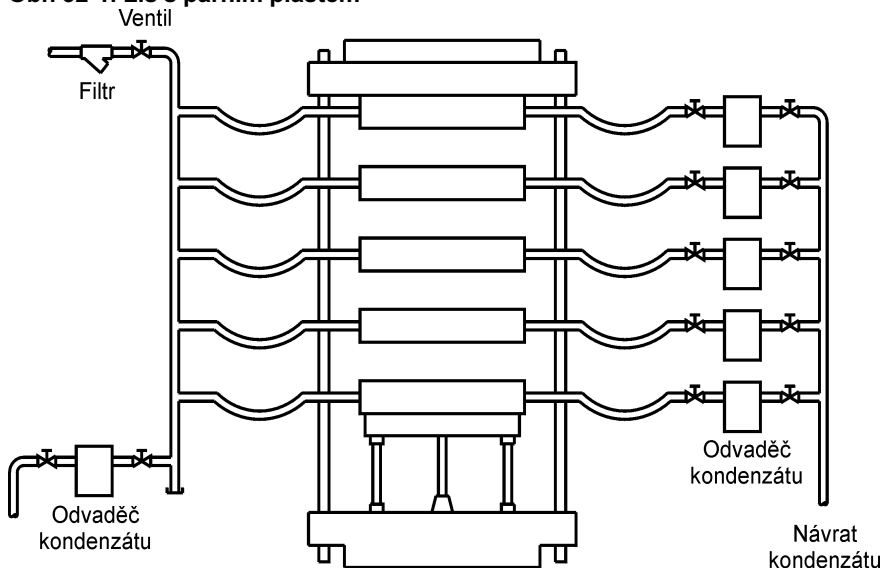
T - čas [h]

Příklad: Jaké bude množství kondenzátu při ohřevu výrobků z gumy ($c = 2.09$ kJ/kgK) v autoklávu, jestliže hmotnost výrobků je 100kg a teplota má vzrůst z 20°C na 150°C. V autoklávu je pára o přetlaku 8bar, proces ohřevu má trvat 20 min. Dosazením do vzorce: (2)

$$m_c = \frac{100 \cdot 2,09 \cdot 130}{2029,5 \cdot 0,33} = 40,6 \text{ kg/h}$$

Tento výsledek vynásobíme číslem 3 (bezp. faktor) a dostaneme množství pro návrh odvaděče, tj. 141.8 kg/hod.

Obr. 32-1. Lis s parním pláštěm



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení		odvaděč
Produkt v parním lisu	Základní volba B, K, E, A	IB
	alternativa	CD a Termostatický
Přímý vstřík páry do výrobní komory	Základní volba B, N, K, E, A	*IB
	alternativa	Termostatický a F&T a **DC
Produkt v komoře, pára v plášti	Základní volba B, K, E, A	*IB
	alternativa	Termostatický a F&T a **DC

* Doporučuje se přidavný odvodušňovací ventil.

** Základní volba pro nádoby velkého objemu.

U uvažovaného procesu, kde je pára ve styku s výrobkem, lze očekávat znečištění kondenzátu. Navíc komora s velkým objemem vyžaduje zvláštní pozornost při odstraňování kondenzátu a nekondenzujících složek. Proto se doporučuje IB odvaděč s pomocným termostatickým odvzdušňovačem instalovaným ve vrchní části komory.

Tam, kde není možná instalace termostatického odvzdušňovače, odvaděč musí být schopen odloučit velké objemy vzduchu bez tohoto odvzdušňovače. Pro velké komory lze doporučit jako základní možnost DC odvaděč. Jako alternativu pak F&T plovákový odvaděč nebo termostatický odvaděč, oba s předřazeným filtrem. U posledně jmenovaného jsou potřebné kontroly volného průtoku.

Instalace

Protože pára a kondenzát jsou ve styku s produktem, odvedený znehodnocený kondenzát se musí odvádět jinak než do kotle. Prakticky vždy je toto zařízení odvodňováno samospádem do odvaděče, nicméně, velmi často dochází ke zvedání kondenzátu za odvaděčem. Jelikož tlak páry je obvykle stálý, nevznikají žádné potíže. K zajištění důkladného odvedení vzduchu a rychlejšího náběhu se doporučuje použití termostatického odvzdušňovače v nejvyšším bodě nádoby.

Produkt v komoře - pára v plášti

Do této skupiny patří autoklávy, retorty a sterilizátory. Zde kondenzát není kontaminován, protože nedochází ke styku s produktem, a tak může být navrácen zpět do kotle. Pro účinný provoz se nadále požadují odvaděče s čistící schopností a schopností odvádění značných objemů vzduchu.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Pro specifikaci odvaděče se použije stejný vztah jako pro přímý vstřík páry. Doporučený bezpečnostní faktor je rovněž 3:1.

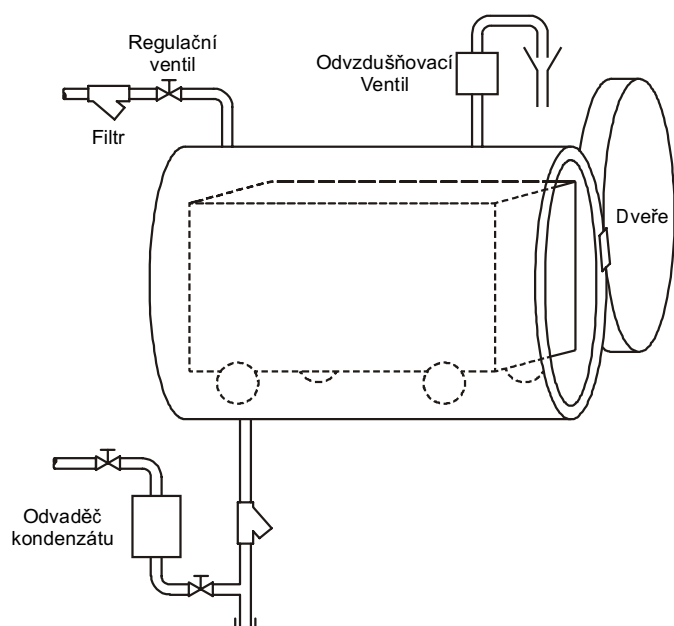
Doporučuje se IB odvaděč, díky jeho čistící (proplachovací) schopnosti a uchování energie páry i pro jeho odolnost vůči hydraulickým rázům.

Pro zlepšení schopnosti odvádět vzduch je vhodné použít IB odvaděč kombinovaný s termostatickým odvzdušňovačem v nejvyšším bodě komory. Alternativně lze použít F&T odvaděč nebo termostatický odvaděč. V případě velkých komor, kde není možné umístit odvzdušňovač, je základním doporučením typ DC.

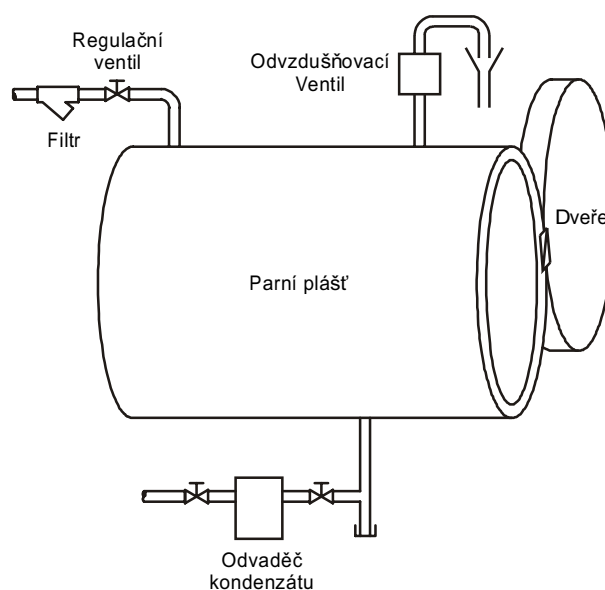
Instalace

Pára ani kondenzát se nedostávají do styku s produktem a mohou být tak napojeny na zpětnou větev systému. Kde to je možné, v nejvyšším bodě parní komory je vhodné instalovat přídatný termostatický odvzdušňovací ventil. Viz obr. 33-2.

Obr. 33-1. Přímý vstřík páry do výrobní komory



Obr. 33-2. Produkt v komoře, pára v plášti



U rotačních sušiček rozeznáváme dva typy lišící se jak funkcí, tak pracovní metodou. Sušičky prvního typu suší produkt tím, že dochází ke kontaktu s vnějším povrchem válce, jehož dvojitý plášť je naplněn parou. Zároveň se buben otáčí.

Zařízení druhého typu udržuje produkt uvnitř rotujícího válce, ve kterém jsou umístěny trubky pro proudění páry uvnitř válce. Při kontaktu suroviny s povrchem trubek plněných parou probíhá sušení suroviny.

Bezpečnostní faktor

Pro oba druhy sušiček je určení bezpečnostního faktoru závislé na zvoleném typu odvaděče.

- Používá-li se např. DC odvaděč, je doporučen bezpečnostní faktor 3:1 navržený na maximální průtok kondenzátu. To poskytuje dostatečné možnosti pro odvod zbytkové páry, velkých náporů kondenzátu, kolísání tlaku a pro odstranění nekondenzujících složek. Tyto funkce, jak při konstantním tak i při kolísavém tlaku, zajišťuje právě DC odvaděč.

- Pokud se použije IBLV (kloboučkový odvaděč s velkým odvzdušňovacím otvorem), bezpečnostní faktor se musí zvýšit, aby se odvedl velký objem nekondenzujících složek a zbytkové páry. Za podmínek konstantního tlaku je doporučen bezpečnostní faktor 5:1 a při kolísavém tlaku dokonce 7:1.

Rotující válec s parou v plášti a s produktem ve válci

Tyto sušičky jsou často používány v papírenském, textilním, potravinářském průmyslu a při výrobě plastů, kde jsou to především bubnové sušičky, mandly a sušicí stroje na papír. Jejich pracovní rychlost se pohybuje od 1 nebo 2 ot./min až do obvodové rychlosti 1500m/min. Rozsah pracovního tlaku páry je od podtlaku atmosférického až do více než 1.9MPa. Průměr zařízení se pohybuje od 150-200mm do 6m i více. Ve všech případech je nutná sifónová drenáž a kromě odvodu kondenzátu je třeba počítat se vznikem zbytkové páry.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Průtok kondenzátu určuje vztah:

$$m_c = \pi \cdot d \cdot v \cdot l$$

m_c - průtok kondenzátu [kg/h]

d - průměr sušičky [m]

v - rychlost kondenzace [kg/m²/h]

l - délka sušičky [m]

Příklad: Určete množství kondenzátu při sušení materiálu. Průměr sušičky je $d=1500\text{mm}$ a délka sušičky je $l=3000\text{mm}$.

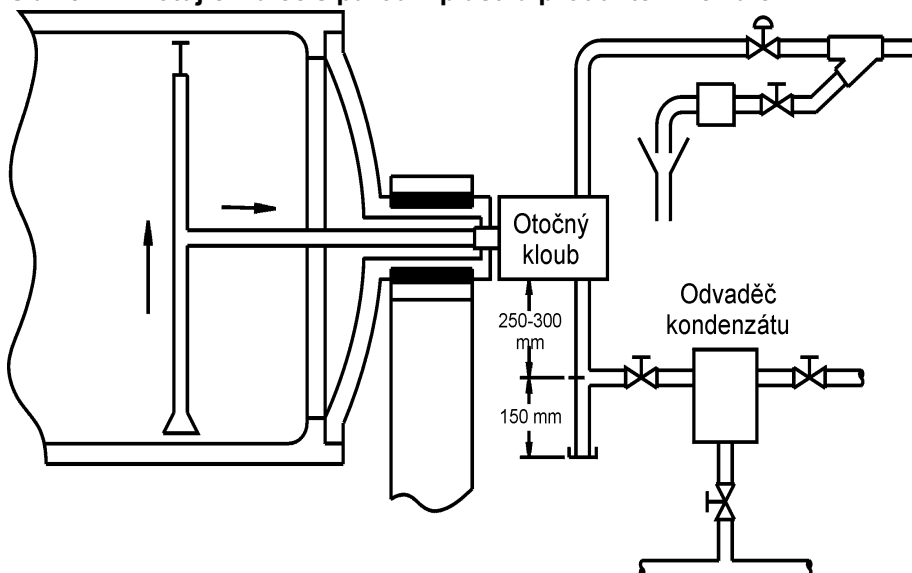
Rychlost kondenzace: $v=35\text{kg/m}^2\text{h}$

Použitím vzorce:

$$m_c = 3,14 \cdot 1,5 \cdot 35 \cdot 4 = 659,4\text{kg}$$

Vynásobením bezpečnostním součinitelem (jsou rozdílné pro DC a IBLV) získáme průtok pro návrh odvaděče.

Obr. 34-1. Rotující válec s parou v plášti a produktem ve válci



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba A, B, C, K, M, P, N	Alternativa
Rotační sušičky	DC	*IBLV

* Při konstantním tlaku použijte bezpečnostní faktor 5:1, při kolísavém 7:1.

Produkt uvnitř rotační sušičky vytápěné parou v trubkách

Sušičky tohoto typu se používají při zpracování masa, v chemických procesech a potravinářském průmyslu. Jako příklad lze uvést sušičku zrní, rotační potravinářské pece apod.

Rychlost otáčení je poměrně malá, obvykle v řádu jednotek ot./min, zatímco tlak páry se může pohybovat v rozmezí 0-10bar. Nízké rychlosti otáčení způsobují prakticky vždy shromažďování kondenzátu na dně sběrné komory. Odvodnění kondenzátu je řešeno sifónovým odvodem a při odvádění kondenzátu je nutno počítat se vznikem zbytkové páry.

Volba odvaděče

Vzorec pro výpočet průtoku kondenzátu je následující:

$$m_c = n \cdot l \cdot v \cdot S_v$$

m_c - průtok kondenzátu

n - počet trubek

l - délka trubek (m)

v - rychlost kondenzace [kg/m²/h] (typicky 30-45kg/m²/h)

S_v - vnější povrch trubky vztažený na jednotku délky [m²/m], viz tab. 35-1

Příklad: Jaký bude průtok kondenzátu rotační sušárnou sestávající z 30 trubek o průměru 1 1/4" (DN32) dlouhé 3 metry a při rychlosti kondenzace 40 kg/m²/h?

Dosažením do vzorce:

$$m = 30 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 0,13 = 468 \text{ kg/h.}$$

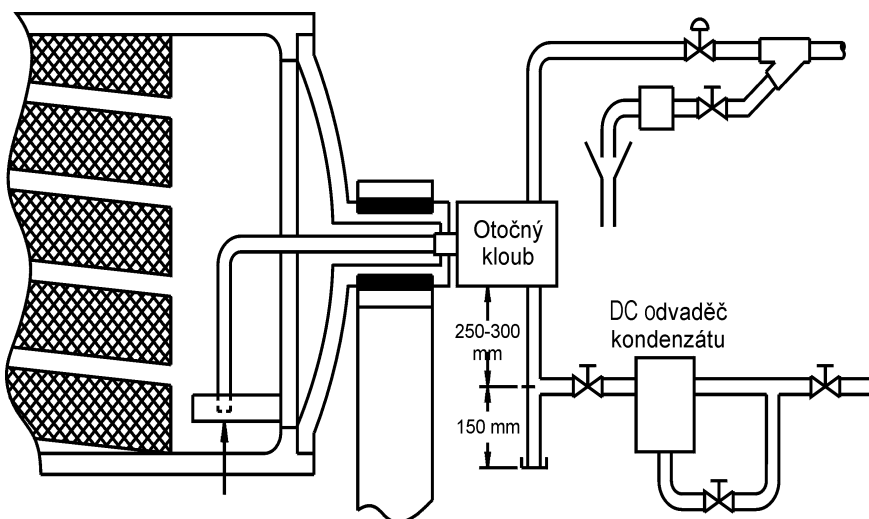
Doporučuje se DC odvaděč kondenzátu pro svou výbornou schopnost odvodu zbytkové páry a jistou samočisticí schopnost.

Použití IBLV - kloboučkový odvaděč s velkým odvzdušňovacím otvorem - vyžaduje návrh nové (větší) velikosti odvaděče kondenzátu.

Instalace

Ve všech případech je odvod kondenzátu proveden přes otočný kloub, viz obr.34-1, 35-1. Samotný DC odvaděč se pak umísťuje 250 až 300mm pod otočný spoj s doplněným odkalovačem 150mm pod tuto úroveň. Tak je zajištěn zásobník na náhlé velké průtoky kondenzátu.

Obr. 35-1. Produkt uvnitř rotační sušičky



Otočný válec s vnitřním sifónem. Část kondenzátu expanduje zpět na páru, v závislosti na průměru potrubí sifonu a sifonovém zdvihu v době vytlačování.

Tab. 35-1. Rozměry potrubí pro výpočet radiální ztráty

Potrubí		Vnější průměr	Vnější povrch	Hmotnost
palce	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	1,02
1/2	15	21,3	0,07	1,45
3/4	20	26,9	0,09	1,90
1	25	33,7	0,11	2,97
1 1/4	32	42,4	0,13	3,84
1 1/2	40	48,3	0,15	4,43
2	50	60,3	0,19	6,17
2 1/2	65	76,1	0,24	7,90
3	80	88,9	0,28	10,1
4	100	114,3	0,36	14,4
5	125	139,7	0,44	17,8
6	150	165,1	0,52	21,2
8	200	219	0,69	31,0
10	250	273	0,86	41,6
12	300	324	1,02	55,6
14	350	355	1,12	68,3
16	400	406	1,28	85,9
20	500	508	1,60	135,0

Jestliže se horký kondenzát nebo voda z kotle dostane do prostředí o nižším tlaku, při kterém je teplota varu kapaliny menší než teplota horkého kondenzátu, část kapaliny se znovu odpaří - vzniká zbytková pára. Entalpie horkého kondenzátu je mezi hodnotou entalpie syté kapaliny a entalpií syté páry při nižším tlaku. Toto cenné teplo je nevyužito, pokud uniká bez dalšího uplatnění. Při správném návrhu a instalaci systému regulace zbytkové páry, může být výparné teplo v něm obsažené využito pro otápění prostor, ohřev nebo přehřev vody, oleje a jiných kapalin a pro nízkotlaký průmyslový ohřev.

Vzniká-li v systému brýdová pára, může se míchat se zbytkovou parou. Jinak se musí doplňovat pracovní (ostrá, čerstvá) parou s redukováným tlakem. Okamžité množství vznikající zbytkové páry kolísá v závislosti na tlakových poměrech. Čím je větší rozdíl mezi vstupním a výstupním tlakem, tím vzniká větší množství zbytkové páry.

Přesnější informace o vzniku zbytkové páry jsou uvedeny u grafu 3-1

Volba odvaděče

Množství kondenzátu může být spočteno pomocí rovnice:

$$m = L - \frac{L \cdot P}{100}$$

m - množství kondenzátu v kg/h (odvedeno odvaděčem kondenzátu)

L - kondenzátní průtok do expanzní nádoby

P - procenta zbytkové páry

Příklad: Určete procentuální množství zbytkové páry, jestliže do expandéru je přivedeno 2.300kg/h kondenzátu o tlaku 7bar (přetlak). V nádobě je tlak 0,7bar. Z grafu 3-1 je procento sekundární páry P=10,5%.

Použitím vzorce:

$$m=2300-(2300 \cdot 10,5)/100 =2060\text{kg/h}$$

Vzhledem k významu úspor energie a problémům se zpětným tlakem, hodí se pro tuto aplikaci nejlépe kloboučkový odvaděč s velkým odvzdušňovacím ventilem v kloboučku (IBLV). Odvod vzduchu a CO₂ probíhá při teplotě páry.

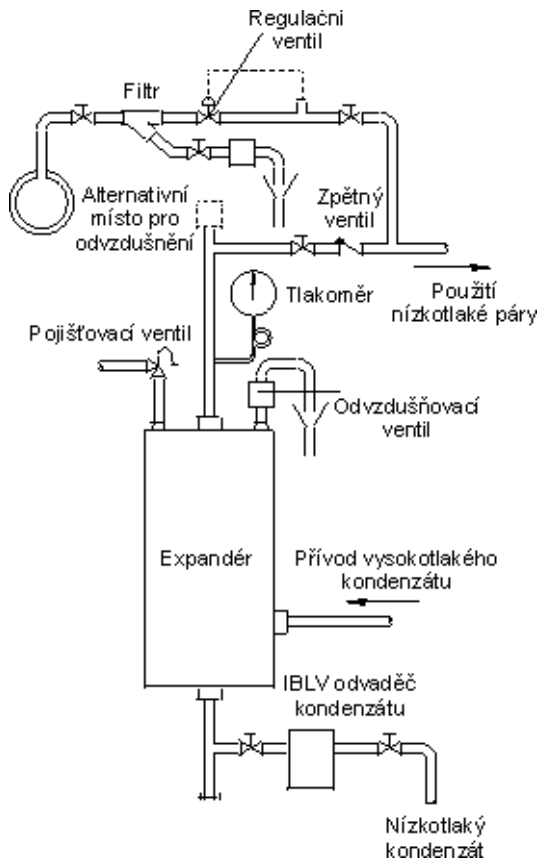
Někdy je přijatelnou alternativou plovákový odvaděč (F&T) s termostatickým odvzdušňovačem. Jeho zvláštní výhodou je schopnost odvádění velkých průtoků vzduchu při náběhu.

V mnoha případech může být upřednostněna třetí volba odvaděče - automatický diferenční regulátor kondenzátu (DC). Využívá nejlepší vlastností obou předchozích typů a doporučuje se pro velké průtoky kondenzátu, které není schopna odvést expanzní nádoba.

Bezpečnostní faktor

Při odvádění kondenzátu z expanzních nádrží vzniká zvýšené množství kondenzátu při náběhu. Průtok při provozu se mění a navíc je doprovázený nízkou tlakovou diferencí. Je doporučen bezpečnostní faktor 3:1.

Obr. 36-1. Typické zapojení expanzní nádrže



Zpětné ventily zabraňují vniknutí páry do expandéru. Jestliže nelze využít zbytkovou parou, je třeba navrhnout by-pass. Pojistné ventily jsou umístěné na expandéru a na nízkotlaké parní větvi. Regulátor tlaku redukuje vysokotlakou parou na tlak stejný, jako má zbytková pára. Tak se ostrá a zbytková pára mohou využít např. pro vytápění.

Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba B, E, M, L, I, A, F	Alternativa
Expanzní nádrže	IBLV	F&T nebo *DC

* Doporučuje se tam, kde průtok kondenzátu by mohl přesáhnout kapacitu odseparování v expanzní nádobě.

Instalace

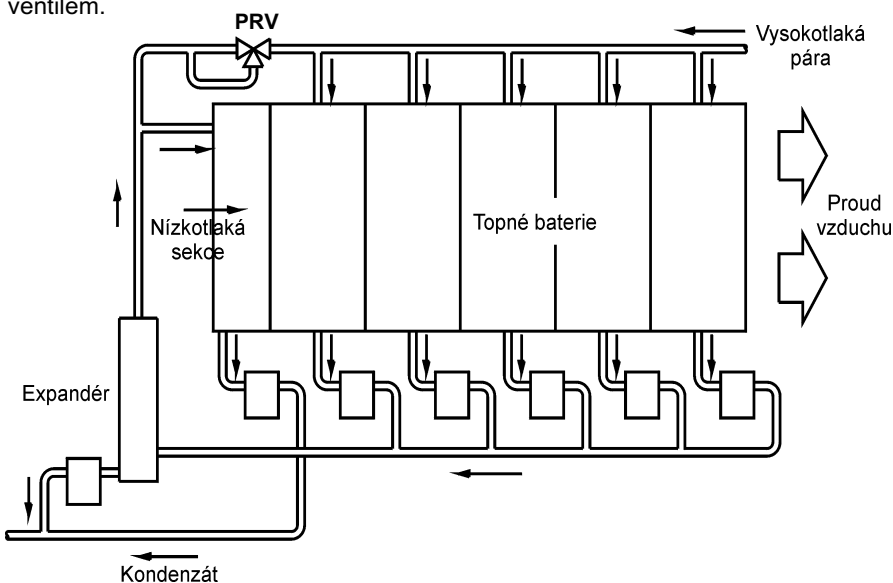
Vratná větev kondenzátu ze spotřebiče obsahuje jak zbytkovou páru, tak kondenzát v původní formě (množství zbytkové páry závisí na rozdílu tlaku spotřebič - kondenzátní jímka). Oddělení zbytkové páry (a její následné využití) a kondenzátu je zajištěno tak, že se vrat kondenzátu vede nejdřív do expanzní nádoby, kde se kondenzát odseparuje a pára je potom napojena do místa potřeby nízkotlaké páry, viz obr.36-1. Expanzní nádoba, resp. její měnicí se tlak ovlivňuje tlakovou diferencí odváděče kondenzátu a tyto odváděče je zapotřebí volit s ohledem na odolnost vůči zpětnému tlaku s dostatečnou kapacitou při možných tlakových diferencích.

Kondenzátní trubky na vstupu do expandéru by měly mít sklon směrem k nádobě a tam, kde je do nádoby přivedena více než jedna větev, by měla být každá z větví vybavena uzavírací armaturou a zpětným ventilem pro případ, že tato větev je mimo provoz. Pracuje-li odváděč při nízkém tlaku, odvod kondenzátu musí být navržen tak, aby kondenzát proudil samospádem do jímky kondenzátu.

Obecně by umístění expanzní nádrže mělo splňovat požadavky na maximální množství zbytkové páry a minimální délku kondenzátní trubky, která je vedena do expandéru ze spotřebiče.

Obr. 37-1. Využití zbytkové páry z baterii ohřevu vzduchu

Pára z expanzní nádrže je míchána s ostrou párou, redukovanou redukcčním ventilem.



Kondenzátní potrubí, expanzní nádoba a nízkotlaké parní vedení mají být izolovány, aby se zabránilo tepelným ztrátám. Nedoporučuje se instalovat rozšíření trubky na vstupu do expanzní nádoby. Mohlo by dojít k jejímu zahlcení, zastavení toku kondenzátu a snížení tlakové difference v odváděči kondenzátu.

U nízkotlakých zařízení, která využívají zbytkovou páru, je odvod kondenzátu pro každý ze spotřebičů samostatný a je veden do nízkotlakého potrubí. Protože je zapotřebí odvádět z expanzní nádrže velké objemy vzduchu, k zajištění odvodu kondenzátu a k vyloučení jejich průchodu přes nízkotlaký systém, je vhodné použít termostatický odvzdušňovač.

Rozměry expanzních nádob

Expanzní nádoba velkého průměru je zhotovena ze svařovaného plechu a opatřena zpravidla přivařeným dnem. Nádoba má být ve vertikální poloze s výstupem páry na vrcholu a výstupem kondenzátu na dně. Vstup horkého kondenzátu se umísťuje 150-200mm nad výstupem kondenzátu o nižším tlaku (je závislý na konkrétních konstrukčních požadavcích a zvyklostech výrobce).

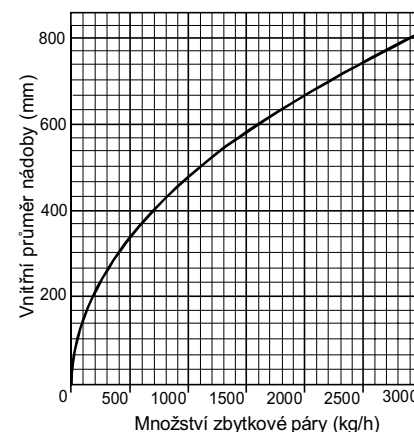
Důležitým rozměrem nádoby je její vnitřní průměr. Musí být takový, aby vzestupná rychlost kondenzátu k výstupu byla dostatečně nízká a byl tak zajištěn nízký odvod vody při expanzi kondenzátu. Je-li vzestupná rychlost udržována na nízké hodnotě, výška nádrže nehraje roli, ale ze zkušenosti je vhodnou výškou 700-1000mm.

Bylo zjištěno, že rychlost páry uvnitř nádrže, cca 3m/sec, poskytuje dobré oddělení páry a vody. Na základě toho byly vypočteny vhodné vnitřní průměry pro různé množství zbytkové páry; viz diagram 37-1. Křivka diagramu udává nejmenší doporučené vnitřní průměry. Je však možné použít větší nádobu, je-li to z nějakého důvodu žádoucí.

Diagram 37-1 nebere do úvahy tlak, pouze hmotnost. Jelikož jsou objemy páry a vzestupné rychlosti menší při vyšším tlaku, protože je pára hmotnější, je potřeba počítat s náchylností ke strhávání vody do páry. Proto se doporučuje pro určení vnitřního průměru diagram 37-1.

Graf 37-1. Stanovení vnitřního průměru expanzní nádrže

Stanovení vnitřního průměru expanzní nádrže ke zpracování daného množství zbytkové páry. Na vodorovné stupnici najdete vypočtené množství zbytkové páry [kg/h]. Naleznete bod na křivce odpovídající této hodnotě a dále na svislé ose hodnotu vnitřního průměru expandéru.



Absorbční chladicí zařízení chladí vodu pro klimatizaci nebo se uplatní pro průmyslové využití při odpařování vodního roztoku, např. bromidu litného. Pára se používá jako zdroj energie pro fázi koncentrace a kromě elektrických čerpadel je jediným zdrojem vstupní energie v běhu celého cyklu.

Obecným požadavkem na odvaděč instalovaný na absorbčním chladicím zařízení je schopnost zpracovat velké průtoky kondenzátu a čistit vzduch v podmínkách kolísavého tlaku.

Volba odvaděče a bezpečnostní faktor

Průtok kondenzátu v kg/h, produkováný nízkotlakým (2bar a méně), jednofázovým absorbčním zařízením je možné určit podělením cca 2250kJ/kg (přibližná hodnota výparného tepla).

Příklad: Kolik kondenzátu vytvoří jednostupňové absorbční zařízení s kapacitou 2 500 000 kJ/h?
Výpočet: $2500000/2250 = 1111\text{kg/h}$.

Je potřebné použít bezpečnostní faktor 2:1 pro plnou kapacitu průtoku a odvaděč musí dokázat zpracovat průtok při tlakové diferenci 0,1bar. Jinak řečeno, zařízení z příkladu vyžaduje odvaděč zpracovávající 2222 kg kondenzátu za hodinu při tlaku 0,1bar a pracující při max. tlak. diferenci, obvykle 1bar.

Pro porovnání, dvoustupňová zařízení pracují na vyšším tlaku páry - 11bar. Jejich výhodou proti jednostupňovým je menší spotřeba energie na 1kJ chlazení.

U dvoustupňových zařízení se užívá bezpečnostní faktor 3:1. Při tlacích nad 3bar musí být kapacita odvaděče počítána při polovině maximální tlakové diference.

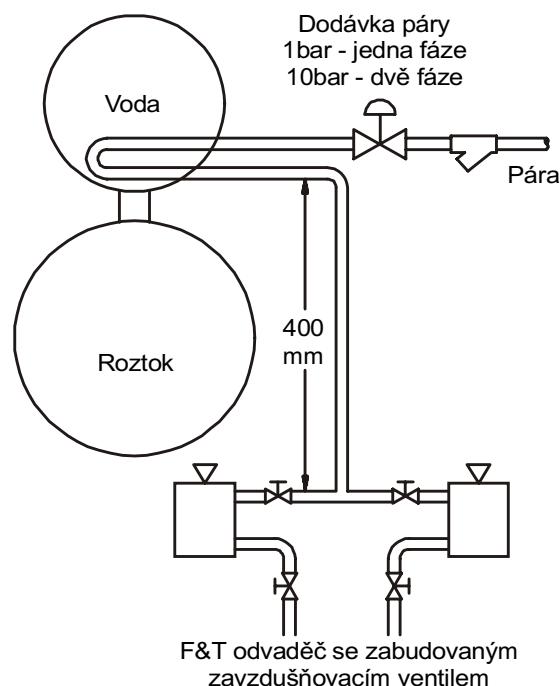
K ošetření jednostupňových i dvoustupňových zařízení se ideálně hodí F&T odvaděč se zabudovaným zavzdušňovacím ventilem. Vykazuje rovnoměrnou činnost při řízeném toku kondenzátu a zachování hospodárnosti provozu. Použitelný je rovněž IB odvaděč s vnějším termostatickým zavzdušňovacím ventilem.

Instalace

Odvaděč kondenzátu se instaluje pod topným hadem absorbčního zařízení s odkalovacím ramenem o výšce min. 400mm, viz. obr. 38-1. Tím se zajistí v odvaděči minimální tlaková diference 0,04bar (0,004MPa). Pro jakýkoliv použitý odvaděč se pro tuto aplikaci doporučuje záložní odvaděcí systém. V případě nutnosti údržby na primárním odvzdušňovacím systému může absorbční zařízení pracovat se záložním systémem. Tím se zajistí nepřetržitá funkce. V některých případech vyžaduje velmi malý průtok kondenzátu použití dvou paralelních odvaděčů.

Obr. 38-1. Absorbční chladicí zařízení.

Zapojení se záložním odvaděčem kondenzátu.



Tabulka doporučení

Ošetřované zařízení	Základní volba A, B, G	Alternativa
Absorbční zařízení	F&T	*IB

pozn. Doporučuje se použít zavzdušňovací ventil a záložní odvaděč.

* S vnějším termostatickým odvzdušňovacím ventilem.

Následující souhrn bude nápomocný při zjišťování a odstraňování téměř všech těžkostí spojených s odvaděči kondenzátu. Mnohé z těchto potíží jsou spíše otázkou systému než odvaděče.

Pokaždé, když odvaděč přestane pracovat a příčina není zjevná, je zapotřebí prohlédnout výstup z odvaděče. Je-li odvaděč instalován s testovacím ventilem, nečiní to žádné problémy. Jinak je nutné rozpojit výstupní vedení.

Studený odvaděč - žádný výtok

Pokud odvaděč přestane odvádět kondenzát, potom:

A. Tlak může být příliš vysoký.

1. Původně nesprávně specifikovaný tlak.
2. Tlak se zvýšil bez instalace menší trysky.
3. Tlakový redukční ventil je mimo provoz.
4. Snímač tlaku v kotli ukazuje menší hodnotu než je skutečná.
5. Tryska rozšířená běžným opotřebením.
6. Vysoký podtlak ve vratné větvi zvyšuje tlakovou diferenci, za kterou odvaděč nepracuje.

B. Do odvaděče nepřichází žádný kondenzát ani pára.

1. Přívod přerušen ucpaným filtrem před odvaděčem.
2. Vadný ventil na potrubí k odvaděči.
3. Ucpané potrubí nebo koleno.

C. Opotřebený nebo vadný mechanismus.

Nutná oprava nebo výměna.

D. Tělo odvaděče naplněno nečistotou.

Instalujte filtr nebo odstraňte nečistotu ze zdroje.

E. Ventil v kloboučku IB odvaděče ucpaný nečistotou.

Prevence:

1. Instalace filtru.
2. Mírné rozšíření ventilu.
3. Použití čistícího drátu.

F. Pokud odvzdušňovací ventil u F&T odvaděče nepracuje správně, bude odvaděč pravděpodobně zavzdušněn.

G. Manžeta termostatického odvaděče může v důsledku hydraulického rázu prasknout a způsobit uzavření odvaděče.

H. Termodynamický odvaděč (i jiné typy) může být instalován obráceně.

Horký odvaděč - žádný výtok

A. Do odvaděče nepřichází žádný kondenzát.

1. Odvaděč instalován nad netěsným odtokovým ventilem.
2. Poruchová nebo poškozená trubka sifónu sifónově odvodňovaného válce.
3. Podtlak v hadech ohříváče vody může bránit v odvodnění. Instalujte mezi výměník a odvaděč zavzdušňovací ventil.

Ztráta páry

Když odvaděč uvolňuje ostrou páru, potíže mohou vznikat z následujících důvodů:

A. Ventil špatně doléhá do sedla.

1. V trysce zůstala částice kamene.
2. Opotřebené součásti.

B. IB odvaděč ztrácí původní schopnosti.

1. Vypouští-li odvaděč ostrou páru, uzavřete na několik minut vstupní ventil. Potom postupně otvírejte. Pokud odvaděč získává své vlastnosti zpět, lze doufat, že je v pořádku.
2. Ztráta schopnosti odvádět kondenzát je obvykle důsledkem náhlých nebo častých poklesů tlaku páry (indikuje to potřebu instalace zpětného ventilu v pozici C nebo uvnitř odvaděče, viz. obr. 41-2.) Pokud je to možné, umístěte odvaděč dostatečně nízko.

C. Pro F&T a termostatické odvaděče: termostatické prvky nefunkční v uzavřeném stavu.

D. Odvaděč může být instalován obráceně.

Spojité tok

Když IB nebo termodynamický odvaděč odvádějí kontinuálně, nebo když F&T nebo termostatický odvaděč odvádějí v plné kapacitě, zkontrolujte následující :

A. Odvaděč příliš malý

1. Je zapotřebí instalovat větší odvaděč nebo paralelně přidané odvaděče.
2. Pro nízkotlakou aplikaci se používají vysokotlaké odvaděče. Instalujte mechanismus správných dimenzí.

B. Abnormální vodní podmínky. Kotel pění, nebo dochází ke strhávání velkých množství vody párou do parního potrubí. Je potřeba instalovat separátor, nebo jinak odstranit nevhodné podmínky.

Rázové ohřívání

Když odvaděč pracuje uspokojivě, ale jednotka správně neotápí:

A. Jedna nebo více jednotek jsou zkratovány; náprava - ke každé jednotce instalovat odvaděč a tím zabránit krátkému spojení.

B. Odvaděče jsou pro aplikaci příliš malé, i když se může zdát, že zpracovávají kondenzát efektivně. Vyzkoušejte o stupeň větší odvaděč.

C. Odvaděč má nedostatečnou schopnost zpracovávat vzduch nebo vzduch nedosahuje odvaděče. V obou případech použijte pomocné odvzdušňovací ventily.

Neobvyklé potíže

Když odvaděč pracuje uspokojivě při odvádění kondenzátu do atmosféry, ale způsobuje problémy při napojení na vratnou větev, zkontrolujte:

A. Zpětný tlak redukuje kapacitu odvaděče.

1. Vratná větev má malou světlost - odvaděč je horký.
2. Jiné odvaděče uvolňují páru - odvaděč je horký.
3. Odvzdušňovací ventil v zásobní nádrži kondenzátu je ucpaný - odvaděč horký nebo studený.
4. Překážka ve vratné větvi - odvaděč je horký.
5. Velký podtlak ve vratné větvi - odvaděč je studený.

Zdánlivé potíže

Pokud se zdá, že pára uniká pokaždé, když odvaděč odvádí kondenzát, pamatujte: Když se horký kondenzát dostane do nízkého tlaku, expanduje a obvykle rychle kondenzuje i ve vratné větvi.

Před započítím instalace

Připojte trubku, na kterou bude umístěn odvaděč kondenzátu. Před jeho instalací trubku profoukněte parou nebo stlačeným vzduchem. Poté vyčistěte síta všech filtrů.

Umístění odvaděčů

- A. Přístupný kontrole a údržbě.
- B. Je-li to možné, umístěte pod odváděcí přípojku.
- C. Odvaděč umístěte blízko k místu odvodu kondenzátu.

Typická zapojení odvaděčů

Typická zapojení znázorňují obr. 40-1 až 42-4.

Uzavírací ventily před odvaděči jsou potřebné tehdy, když odvaděče odvádějí kondenzát z hlavního parního vedení, z velkých ohřivačů vody apod, a jestliže při údržbě odvaděče nelze odstavit systém. Nepožadují se pro malá zařízení vyhřívána parou, např. prádelní mandly. Obvykle postačí uzavírací ventil na vstupním parním napájení zařízení.

Uzavírací ventily ve výstupním vedení odvaděče jsou potřebné, pokud má odvaděč obtok (by-pass). Jsou vhodným doplňkem, jestliže ve sběrači kondenzátu je vysoký tlak. Viz také „zpětné ventily“.

Obtoky (obr. 41-2,3) se nedoporučují, protože zůstanou-li otevřeny, znehodnocují činnost odvaděče. Je-li bezpodmínečně nutný nepřetržitý provoz, použijte dva paralelní odvaděče, jeden jako pracovní a druhý jako záložní.

Spojky. Při použití jediné spojky tuto umístěte na výstupní straně odvaděče. Pokud používáte spojky dvě, neinstalujte je na jedné přímce, ať už horizontálně či vertikálně. Nejlepším řešením je instalace do pravého úhlu, viz obr. 40-1 a 41-2 nebo paralelní, viz obr. 41-3

Standardní spojení. Údržba se zjednodušuje zachováním stejných délek vstupních a výstupních trubek pro daný typ odvaděče a jeho dimenzí. Je vhodné mít náhradní odvaděč se shodnými připojovacími rozměry. V případě nutnosti opravy odvaděče je potom jednoduché rozpojit dvě spojení a nahradit vadný odvaděč novým. Po provedení opravy může odvaděč sloužit jako náhradní.

Zkušební ventily (obr. 40-1): představují výkonný prostředek pro kontrolu činnosti odvaděče. Použijte odvodňovací kohout nebo malý kulový ventil. Kvůli izolaci odvaděče po dobu testování vybavte výstup odvaděče zpětným nebo uzavíracím ventilem.

Filtry. Pokud jsou požadovány nebo pokud to znečištěné prostředí vyžaduje, instalujte před odvaděči filtry. Jednotlivé typy odvaděčů jsou různě náchylné na znečištění, viz tabulka doporučení v úvodu příručky.

Některé odvaděče mají filtry zabudované. Je-li takový odvaděč vybaven odkalovací zátkou, uzavřete ventil přívodu páry a poté vyšroubujte odkalovací zátku. Kondenzát v odvaděči bude expandovat přes síto filtru a napomůže důkladnému pročištění. Potom pomalu otevírejte přívod páry.

Odkalovače (kalníky) jsou účinným prostředkem k odkalování kamene, kalu, písku a jiných nečistot a zároveň snižují erozi potrubí, která se může objevit v ohybech potrubí. Pravidelně čistěte.

Sifonová instalace vyžaduje vodní uzavěr a s výjimkou DC odvaděče, zpětný ventil v odvaděči nebo před ním. Trubka sifónu má mít o stupeň menší rozměr než je jmenovitý rozměr odvaděče, ne však menší než 1/2"(DN15).

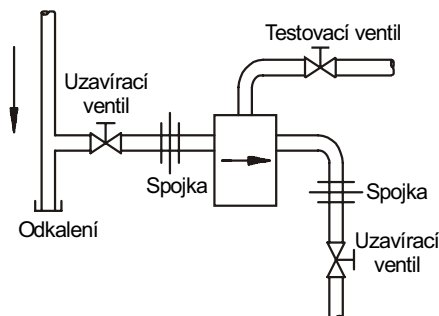
Zvedání kondenzátu. Nevolte příliš velký průměr stoupající trubky. Pro tento účel se hodí nejlépe trubka o průměru o stupeň menším než je vypočten.

Zpětné ventily jsou často potřebné. Jsou nutností v případě, jestliže se nepoužívá uzavírací ventil na výstupu z odvaděče. Obr. 40-3 znázorňuje tři možné pozice vnějších zpětných ventilů - IB odvaděče se dodávají i s vnitřním zpětným ventilem, zatímco termodynamické odvaděče pracují jako zpětný ventil samy o sobě.

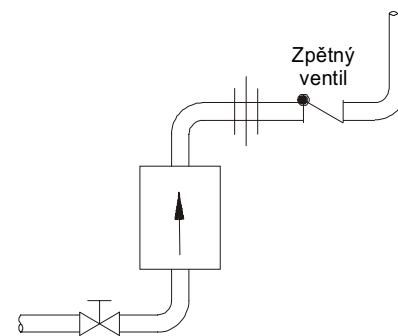
Zpětné ventily na výstupu odvaděče zamezují vzniku zpětného proudění a izolují odvaděč, když je otevřen zkušební ventil. Normálně se umísťují do pozice B. Pokud je zpětné vedení zajištěno a odvaděč je vystaven mrazu, umístěte zpětný ventil do pozice A, viz obr. 40-3.

Zpětné ventily na vstupu odvaděče zamezují ztrátě netěsností, pokud by tlak náhle poklesl, nebo když je odvaděč nad nejnižším bodem. U IB odvaděčů se doporučuje zpětný ventil z nerez oceli uvnitř odvaděče.

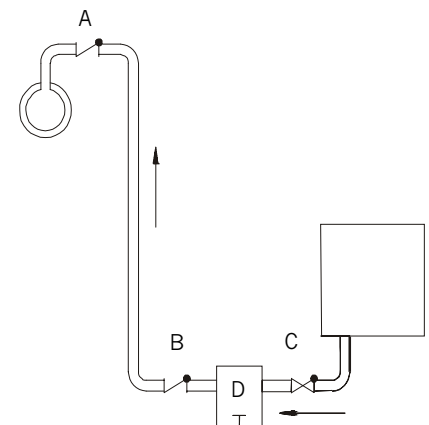
Obr. 40-1. Typické zapojení IB odvaděče - horizontální



Obr. 40-2. Typické zapojení IB odvaděče - vertikální



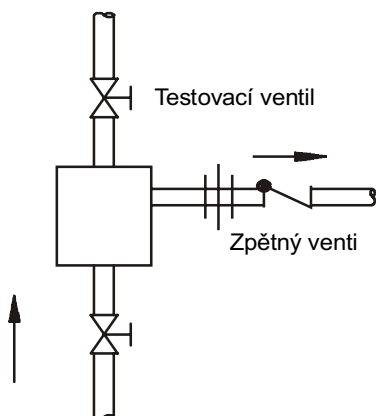
Obr. 40-3. Možné umístění zpětného ventilu



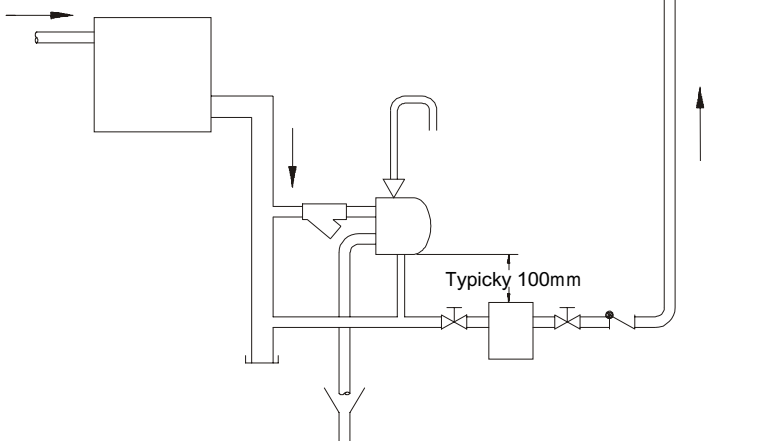
Ochrana proti zamrznutí.

Správně zvolený a instalovaný odvaděč nezamrzne dokud do něj proudí pára. Pokud se přívod páry musí uzavřít, pára kondenzuje a vytváří ve výměníku tepla nebo ve vyhřívacím potrubí vakuum. To znemožňuje volný odtok kondenzátu. Proto mezi odvodňované zařízení a odvaděč umístěte zavzdušňovací ventil. Tam, kde není možné odvádět pomocí samospádu přes odvaděč, odvaděč a výstup potrubí musí být odvodňován ručně nebo automaticky pomocí protimrazové výpusti. Při odvádění kondenzátu do sběračů kondenzátu, chraňte odvaděče před zamrznutím izolací.

Obr. 41-1. Zapojení testovacího ventilu



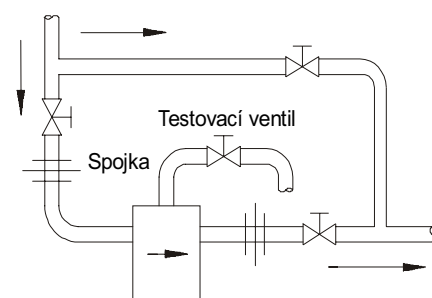
Obr. 41-4. Typické zapojení IB odvaděče



Opatření proti zamrznutí

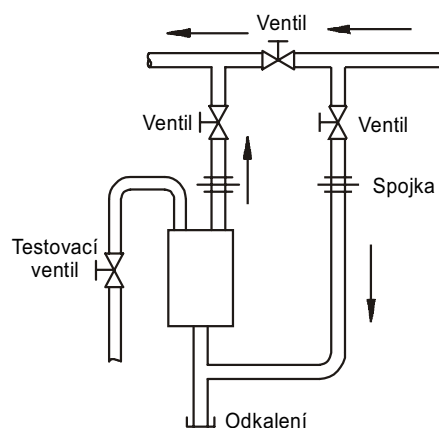
1. Nepřetěžujte odvaděč.
2. Výstupní trubku odvodu kondenzátu ze spotřebiče zvolte krátkou.
3. Spádujte výstupní trubku odvaděče pro zajištění rychlého odvodu samospádem.
4. Izolujte výstupní trubku odvaděče a zpětnou větev kondenzátu.
5. Tam, kde jsou zpětné větve kondenzátu vystaveny vlivům počasí, uvažte možnost vyhřívání trubek.
6. Je-li větev vratu kondenzátu umístěná ve výšce, vedte svislou vypouštěcí trubku podél kondenzátní trubky do zpětné větve sběrače kondenzátu. Potrubí izolujte dohromady viz obr. 41-5.

Obr. 41-2. Typické zapojení horizontálního IB odvaděče s obtokem

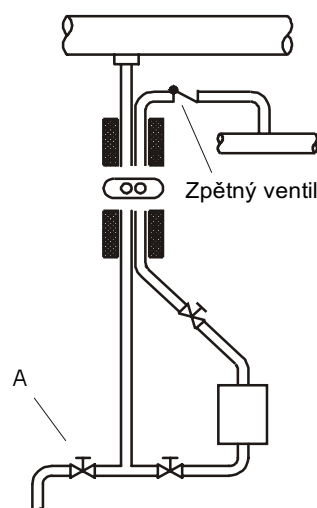


Poznámka: Dlouhé vodorovné vypouštěcí potrubí přináší určitá rizika. Uvnitř se může vytvořit led a potrubí se ucpe. To brání v činnosti odvaděči. Do odvaděče nemůže proudit pára a voda v něm zamrzá.

Obr. 41-3. Typické zapojení vertikálního IB odvaděče s obtokem



Obr. 41-5.



Venkovní instalace umožňující testování a údržbu odvaděčů v úrovni podlahy, když vratná větev a sběrač jsou ve výšce. Vypouštěcí vedení a odtok kondenzátu jsou izolovány společně proti zamrznutí. Všimněte si umístění zpětného ventilu odtoku kondenzátu a odkalovacího ventilu A, který odvodňuje hlavní parní rozvod, když je odvaděč otevřený kvůli čištění a opravám.

Testování odvaděčů

Armstrong

Plán testování

K zajištění maximální životnosti a úspor páry je vhodné sestavit pro testování a preventivní údržbu odvaděčů plán. Velikost odvaděče, pracovní tlak a důležitost určují, jak často se bude odvaděč kontrolovat.

Vysokotlaké odvaděče (nad 19bar.):

V dobře vedených centrálách a průmyslových zdrojích energie se funkce kontroluje v intervalech 1 den až 1 týden.

Střednětlaké odvaděče (3-18bar):

Testujte týdně až měsíčně.

Nízkotlaké odvaděče (0-3bar):

Testujte jednou měsíčně až jednou za rok. Odvaděče velikosti DN32 a větší ve výměnících tepla, ohřivačích a jiných vysokotlakých aplikacích je vhodné kontrolovat častěji.

Jak provádět testy

Nejllepší je použití testovacího ventilu. Obr. 38-1 zobrazuje správné zapojení s uzavíracím ventilem ve vratné větvi pro izolování odvaděče od sběrače. Při otevřeném testování ventil pozorujte.

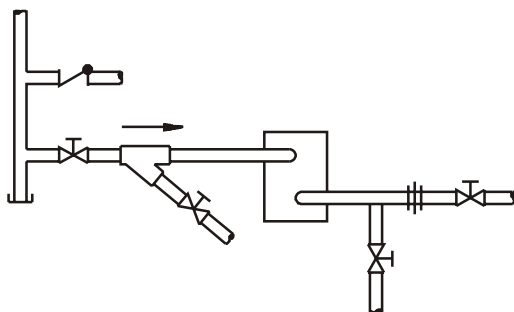
1. Odvod kondenzátu - IB a termodynamický odvaděč by měly odvádět přerušovaně (diskontinuálně), F&T kontinuálně a termostatický buď kontinuálně nebo diskontinuálně odvod v závislosti na průtoku.
2. Zbytková pára - Nezaměňte ji s průtokem páry přes ventil odvaděče. Kondenzát pod tlakem obsahuje více tepla než kondenzát při atmosférickém tlaku.
Jak identifikovat zbytkovou páru
Proudí-li pára ven nepřetržitě v modravém proudu, je to prosakující pára. Když pára „proudí“ po dávkách (pokaždé, když odvaděč vypouští) v bělavých obláčcích, jde o zbytkovou páru.
3. Spojitý tok páry - viz Řešení problémů str.39
4. Žádný tok - Pravděpodobný problém. Viz Řešení problémů

TEST POSLECHOVÝM ZAŘÍZENÍM.

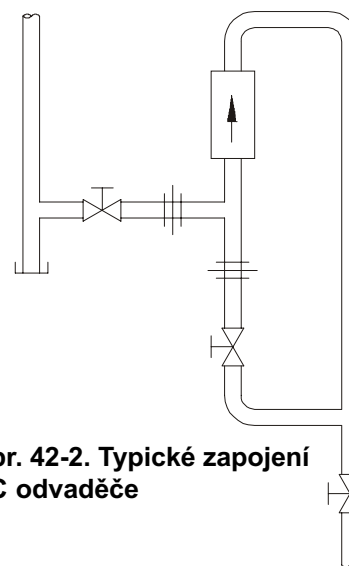
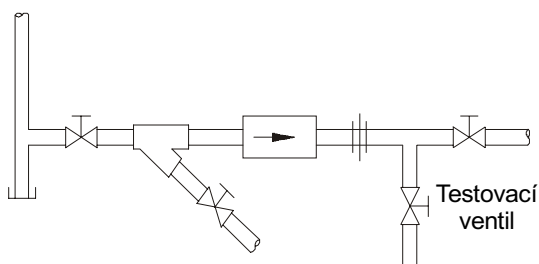
Použijte poslechové zařízení nebo přidržte jeden konec ocelové tyče u horní části odvaděče a druhý konec u ucha. Měli byste dokázat rozeznat rozdíl mezi kontinuálním a diskontinuálním vypouštěním pro jednotlivé typy. Tento stav správné činnosti se dá odlišit od zvuku vyššího tónu, který vydává netěsnící odvaděč. Tato metoda vyžaduje značnou zkušenost, protože potrubím se šíří mnoho zvuků.

METODA PYROMETRU. Metoda dává více či méně přesné výsledky v závislosti na zapojení vratné větve. Navíc, při vypouštění do běžného zpětného vedení může jiný netěsnící odvaděč způsobovat vysokou teplotu na výstupu sledovaného odvaděče. Lepších výsledků lze dosáhnout zkombinováním dvou posledně jmenovaných metod.

Obr. 42-1. Typické zapojení F&T odvaděče

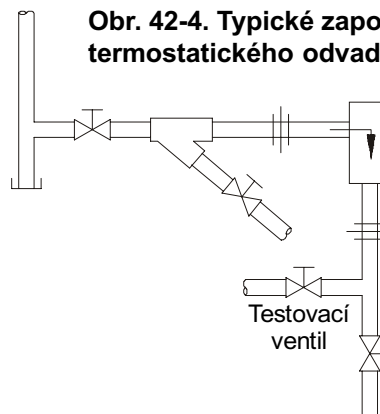


Obr. 42-3. Typické zapojení diskového odvaděče kondenzátu



Obr. 42-2. Typické zapojení DC odvaděče

Obr. 42-4. Typické zapojení termostatického odvaděče



Rozměry potrubí

Dva hlavní faktory určují světlost potrubí parního systému:

1. Tlak v kotli a možný pokles tlaku na konci parního systému. Celkový pokles tlaku v systému by neměl překročit 20% maximálního tlaku v kotli. To zahrnuje celkový pokles tlaku - ztráty v potrubí, ventily, atd. Pamatujte, že poklesy tlaku znamenají ztrátu energie.
2. Rychlost páry. Eroze a hlučnost roste s rychlostí páry. Přiměřená rychlost procesní páry je od 30 do 60m/s, ale topné systémy s nižším tlakem mají obvykle nižší rychlosti.

Příklad: Jaké je maximální množství páry při tlaku 4bar pro potrubí světlosti DN50.

V tabulce 45-1 odečteme pro tlak 4bar a světlost potrubí 50mm množství páry 570kg/h.

Tab. 45-1 může být také použita pro výpočet potřebného tlaku na vytlačení známého množství kondenzátu. Např. jak velký tlak v parním potrubí DN65 je potřeba na vytlačení 4.100kg/h kondenzátu? Ve sloupci potrubí dané světlosti jdeme směrem dolů, až narazíme na vytlačované množství kondenzátu 4.100kg/h. V prvním sloupci je pak udán potřebný přetlak 16bar.

Pro rychlé zjištění rychlosti je možné použít tab. 44-2. Pro přesný výpočet pak použijte následující vzorec:

$$v = \frac{Q}{3600 \cdot S}$$

v - rychlost páry v m/s

Q - množství páry v m³/h

S - vnitřní plocha potrubí v m²

(viz tab. 44-1)

Odvodňovací potrubí (potrubí před odvaděčem)

Odvodňovací potrubí (na kterém je odvaděč instalován) je obvykle krátké. Za předpokladu, že je odvaděč správně navržen, použijte rozměr potrubí stejný jako u odvaděče kondenzátu. Při velmi nízkém diferenčním tlaku na odvaděči je někdy vhodné použít odvodňovací potrubí o jeden stupeň větší.

Tab. 44-2. Rychlost páry v m/s

Průměr potrubí		Přetlak páry			
Palce	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

Kondenzátní potrubí (Potrubí za odvaděčem)

Velikost kondenzátního potrubí se obvykle stanovuje s ohledem na stávající zkušenosti. Běžně se navrhuje jednou až dvakrát větší z důvodu: 1) případný růst kapacity zřízení a 2) znečištění potrubí rezem a kotelním kamenem.

Příklad: Jaký je pokles tlaku v kondenzátním potrubí DN40 s kapacitou 400kg/h při tlaku 2bar? Kondenzátní potrubí má délku 150m a kondenzát je vypouštěn do atmosférického tlaku.

Z tab. 45-2 zjistíme kapacitní faktor pro 2bar = 0,256 a pak jím podělíme množství kondenzátu:

$$\frac{400}{0,256} = 1562,5$$

To odpovídá 2mm vodního sloupce na 1m délky potrubí. Když je kondenzátní potrubí délky 150m, pak celkový pokles je 2 x 150 = 300mm vodního sloupce.

Tab. 44-1. Vnitřní a vnější rozměry potrubí dle normy DIN 2484

Velikost potrubí (palce)	Velikost potrubí DN	Vnější průměr (mm)	Tloušťka stěny (mm)	Vnitřní průměr (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
10	250	273,0	6,3	260,4

Tab. 44-3. Kapacitní faktory pro přehřátou páru

Potrubí DN32							
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	500°	
Přetlak (bar)	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	-	1,3	1,17	1,10	1,04	1,00
	100	-	-	1,52	1,17	1,06	0,98
Potrubí DN100							
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	500°	
Přetlak (bar)	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
Potrubí DN200							
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	500°	
Přetlak (bar)	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

Tab. 45-1. Kapacitní tabulka v kg/h parního potrubí (Rychlost 30m/s)

Přetlak páry (bar)	Průměr parního potrubí										
	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	11000	18700	29000	47000	74000	111000
70	970	1700	2900	5000	7800	12500	22000	24000	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

Tab. 45-2. Kapacitní tabulka v kg/h kondenzátního potrubí

Pokles tlaku v mm vodního sloupce na 1m potrubí	Průměr potrubí (mm)										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Kapacita kondenzátu (kg/h)										
1	67	153	310	677	1048	2149	3597	6413	13527	25410	40485
2	95	217	438	958	1483	3040	5087	9070	19130	35953	57255
3	116	266	537	1174	1816	3723	6230	11108	23430	44012	70123
4	134	307	620	1355	2097	4299	7194	12827	27055	50821	80971
5	150	343	693	1516	2345	4807	8044	14341	30248	56819	90529
6	164	376	759	1660	2569	5265	8811	15710	33135	62242	99169
7	177	406	820	1793	2775	5687	9517	16968	35790	67230	107115
8	190	434	877	1917	2966	6080	10175	18140	38261	71871	114511
9	201	461	930	2033	3146	6449	10792	19240	40582	76231	121457
10	212	486	980	2143	3317	6798	11375	20281	42777	80355	128027
12	232	532	1074	2348	3633	7447	12461	22217	46860	88024	140247
14	251	575	1160	2536	3924	8043	13460	23997	50615	95077	151484
16	268	615	1240	2711	4195	8599	14389	25654	54110	101642	161943
18	285	652	1315	2876	4450	9120	15262	27210	57392	107807	171767
20	300	687	1387	3032	4691	9614	16088	28682	60496	113639	181058
22	315	721	1454	3180	4920	10083	16873	30082	63449	119186	189896
24	329	753	1519	3321	5138	10531	17623	31420	66270	124485	198339
26	342	784	1581	3457	5348	10961	18343	32702	68976	129568	206438
28	355	813	1641	3587	5550	11375	19035	33937	71580	134460	214231
30	368	842	1698	3713	5745	11774	19703	35128	74093	139179	221750
32	380	869	1754	3835	5933	12160	20350	36280	76523	143743	229023
34	392	896	1808	3953	6116	12535	20976	37397	78878	148167	236071
36	403	922	1861	4067	6293	12898	21584	38481	81165	152463	242915
38	414	947	1912	4179	6466	13252	22175	39535	83389	156641	249572
40	425	972	1961	4287	6634	13596	22751	40563	85555	160710	256055
42	435	996	2010	4393	6798	13932	23313	41564	87668	164679	262379
44	446	1020	2057	4497	6958	14260	23862	42542	89731	168554	268553
46	456	1042	2103	4598	7114	14580	24398	43499	91747	172342	274589
48	465	1065	2148	4697	7267	14894	24923	44434	93721	176049	280494
50	475	1087	2193	4794	7417	15201	25437	45350	95653	179679	286279

Kapacity kondenzátu v kg/h v kondenzátním potrubí při výpusti do atmosférického tlaku.

Kapacity v tabulce jsou vypočteny pro základní tlak = 0,35bar.

Pro jiné tlaky vynásobte tyto kapacity následujícími faktory:

1 bar : 0,415 7 bar : 0,124 12 bar : 0,09 31 bar : 0,06
 2 bar : 0,256 9 bar : 0,108 17 bar : 0,07 42 bar : 0,055
 4 bar : 0,162