



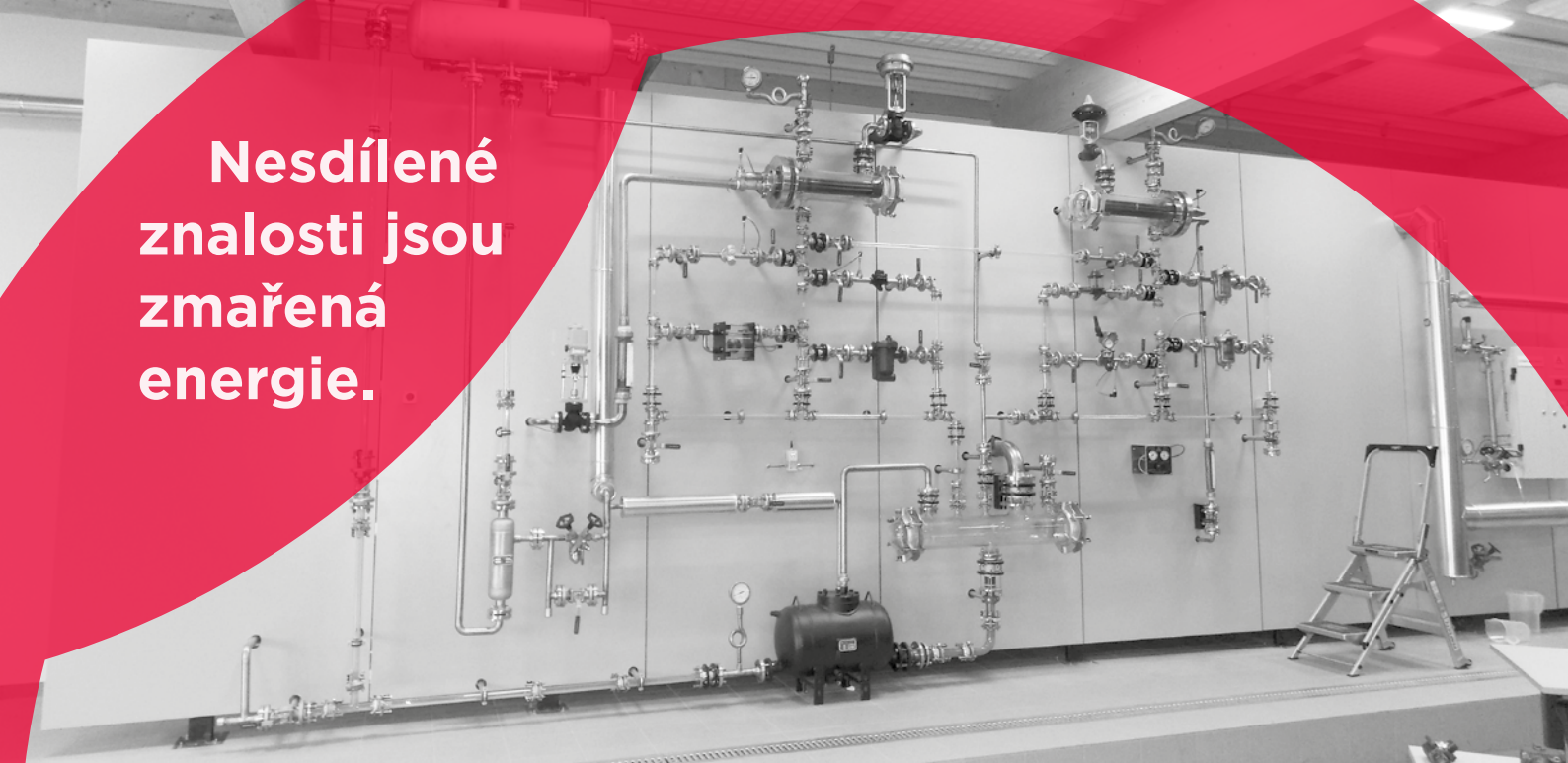
PŘÍRUČKA PRO PROJEKTANTY

ÚSPORA PÁRY • ODVOD KAPALIN
SPRÁVA ODVADĚČŮ KONDENZÁTU



VYDÁNÍ 2020

**Nesdílené
znalosti jsou
zmařená
energie.**



Zvonové odvaděče

Pan Adam Armstrong vynalezl zvonový odvaděč v roce 1911 a položil tak základ úspěchu firmy Armstrong International, SA. Jedná se o provozně nejspolehlivější typ odvaděče s mnoha přednostmi. Existují případy, kdy zvonový odvaděč pracoval bez poruchy přes 50 let.

Ve svém širokém portfoliu má ale všechny typy odvaděčů dle technologických a provozních požadavků uživatelů.



Odvaděče kapalin a vzduchu

Čerpají z bohatých zkušeností, komponent a výrobních postupů úspěšně aplikovaných v odvaděčích kondenzátu. Vyznačují se proto vysokou spolehlivostí a robustností.



Konektory a sběrače kondenzátu

Kompletní systém různých typů rozvaděčů páry, ventilových stanic pro připojení odvaděčů přes univerzální konektor a sběračů kondenzátu představují kompletní systém parních otopů v rafineriích a jiných petrochemických provozech.



Příručka pro projektanty	3
Typy certifikátů	3
Směrnice PED o tlakových zařízeních 2014/68/EU	3
Směrnice ATEX 2014/34/EU	6
Stupeň krytí IP	7
SIL – certifikace úrovně integrity bezpečnosti IEC EN 61508	7
Jmenovité tlaky	7
Normy pro závitové spoje	8
Tabulka ekvivalentních průměrů	8
Rozměry přírub, délka šroubů EN 10921-1	8
Rozměry přírub, délka šroubů EN 10921-2, EN 1759-1 / ANSI B16.5	9
Typy přírub	10
Stavební délky EN 558	11
Materiály EN1503	12
Příručka pro úsporu páry	14
Vracíme energii zpět na zem	14
Pokyny pro použití tabulek doporučených typů	15
Parní tabulky	16
Pára – základní pojmy	18
Zvonový odvaděč kondenzátu	22
Plovákový a termostatický odvaděč kondenzátu	24
Termodynamický odvaděč kondenzátu s řízeným diskem	25
Termostatický odvaděč kondenzátu	26
Automatický diferenční regulátor kondenzátu	27
Výběr odvaděče kondenzátu	28
Jak odvodňovat systémy rozvodu páry	30
Jak odvodňovat potrubí přehřáté páry	34
Jak odvodňovat potrubí parního otopu	36
Jak odvodňovat zařízení pro vytápění prostor	38
Jak odvodňovat ohřívače technologického vzduchu	41
Jak odvodňovat trubkové výměníky tepla a ponorné hady	42
Jak odvodňovat odpařovače	45
Jak odvodňovat duplikátorové kotle	48
Jak odvodňovat uzavřené komorové zařízení se stacionární párou	50
Jak odvodňovat rotační sušičky se sifonovým dvodněním	52
Jak odvodňovat expanzní nádrže	54
Jak odvodňovat absorpční chladičí zařízení	56
Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele	57
Výběr přírub pro nerezové odvaděče kondenzátu a kapalin – seznam typů PMA, TMA a delta PMX	58
Instalace a testování odvaděčů kondenzátu Armstrong	59

Řešení problémů spojených s odvaděči kondenzátu Armstrong	63
Dimenzování potrubí přívodu páry a kondenzátního sběrného potrubí	64
Jak dimenzovat kondenzátní sběrné potrubí	66
Měrná tepelná kapacita – relativní hustota	67
Užitečné technické tabulky	68
Příručka pro odvod kapalin	70
Vracíme energii zpět na zem	70
Pokyny pro použití tabulek doporučených typů	71
Stlačený vzduch/plyny – základní pojmy	72
Zvonové odvaděče	76
Odvaděče plovákového typu	78
Výběr odvaděče	80
Jak odvodňovat systémy rozvodu vzduchu	82
Jak odvodňovat mezichladiče, dochlazovače a kombinace dochlazovačů se separátory	86
Jak odvodňovat separátory a kombinace separátorů s filtrem	88
Jak odvodňovat zásobníky	90
Jak odvodňovat sušičky	92
Jak vybírat a dimenzovat odvaděče Armstrong	94

EN 10204 Odkaz	Označení typu dokumentu	Obsah dokumentu	Dokument ověřil
Typ 2.1	Prohlášení o shodě s objednávkou	Výrok o shodě s objednávkou.	Výrobce / dodavatel
Typ 2.2	Protokol o zkoušce	Výrok o shodě s objednávkou, s uvedením výsledků nespecifické kontroly.	Výrobce / dodavatel
Typ 3.1	Osvědčení o kontrole 3.1	Výrok o shodě s objednávkou, s uvedením výsledků specifické kontroly.	Zástupce pro kontrolu pověřený výrobcem nezávislý na výrobním oddělení
Typ 3.2	Osvědčení o kontrole 3.2	Výrok o shodě s objednávkou, s uvedením výsledků specifické kontroly.	Zástupce pro kontrolu pověřený výrobcem nezávislý na výrobním oddělení a buďto pověřený zástupce kupujícího pro kontrolu, nebo inspektor pověřený příslušnými úřady.

PED – směrnice o tlakových zařízeních (2014/68/EU)

Dne 15. května 2014 přijal Evropský parlament a Rada Evropské unie novou směrnici o tlakových zařízeních (PED). Některé základní body původní směrnice PED zůstaly beze změny, například oblast působnosti, „Základní bezpečnostní požadavky“ (příloha I), „Grafy posuzování shody“ (příloha II) a požadavky na označení CE. Co se však týká změn, nová směrnice PED definuje povinnosti a odpovědnosti dovozců (čl. 8) a distributorů (čl. 9). Rovněž stojí za pozornost, že čl. 3, §3 směrnice 97/23/ES definující výjimky z technických požadavků směrnice PED se ve směrnici 2014/68/EU stává článkem 4, §3.

1 – Působnost

PED se vztahuje na návrh, výrobu a posuzování shody tlakových zařízení a sestav s nejvyšším dovoleným tlakem (PS) větším než 0,5 bar, například: nádoby, tlakové skladovací nádoby, výměníky tepla, generátory páry, kotle, průmyslová potrubí, bezpečnostní zařízení, tlakové příslušenství, ventily a armatury.

Zařízení vyloučené ze směrnice PED (zákaz označení CE):

- Zařízení s tlakem PS < 0,5 bar (čl. 1 §1)
- Ventily a armatury < DN32 (čl. 4 §3)

DN: Jmenovitá světlost
 PS: Nejvyšší dovolený tlak
 TS: Nejvyšší/nejnižší dovolená teplota
 PS: Maximální dovolený tlak

2 – Klasifikace a skupiny tekutin podle nařízení č. 1272/2008 (směrnice 2014/68/EU, čl. 13, §1)

Tekutinou se rozumí plyny, kapaliny a páry jak v podobě čisté fáze, tak ve směsi. Tekutina může obsahovat suspenzi pevných látek.

Skupina 1 – Nebezpečné tekutiny		Skupina 2 – Tekutiny, které nejsou nebezpečné	
výbušné, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé (nejvyšší dovolená teplota nad bodem vzplanutí), samozápalné, vysoce toxické, toxické, oxidační		ostatní tekutiny neuvedené ve skupině 1	
Kapaliny příklad: palivo	Plyny příklad: zemní plyn	Kapaliny příklad: voda	Plyny příklad: sytá pára

3 – Kategorie rizik (příloha II)

Kategorie rizik IV se vztahuje jen na bezpečnostní zařízení.

3/1 – Nebezpečné plyny (skupina 1), příklad: zemní plyn (příloha II, graf 6)

Třída	DN PN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400		
	2,5	Čl. 4, §3																	
	6		Kategorie I																
	10																		
	16																		
	150																		
	25																		
	40																		
	300																		
	63		Kategorie II								Kategorie III								
	100																		
	600																		
	1500																		
	2500																		

3/2 – Ostatní plyny (skupina 2), příklad: vzduch (příloha II, graf 7)

Třída	DN PN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500		
	2,5	Čl. 4, §3																			
	6		Čl. 4, §3																		
	10																		Kategorie II		
	16																				
	150																				
	25																				
	40																				
	300																				
	63		Kategorie I					Kategorie II					Kategorie III								
	100																				
	600																				
	1500																				
	2500																				

3/3 – Nebezpečné kapaliny (skupina 1), příklad: palivo (příloha II, graf 8)

Třída	DN PN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500		
	2,5	Čl. 4, §3																			
	6		Čl. 4, §3																		
	10																	Kategorie I			
	16																				
	150																				
	25																				
	40																				
	300																				
	63		Kategorie II																		
	100																				
	600																				
	1500																				
	2500																				
	> 500 bar		Kategorie III																		

Příručka pro projektanty

3/4 – Ostatní kapaliny (skupina 2), příklad: voda (příloha II, graf 9)

Třída	DN PN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500		
	2,5	Čl. 4, §3												Kategorie I							
	6																				
	10																				
	16																				
150																					
	25																				
	40																				
300														Kategorie I							
	63																				
	100																				
600																					
1500																					
2500																					
> 500 bar														Kategorie II							

4 – Postupy posuzování shody (čl. 4 + příloha III)

	Bez zabezpečování kvality		Se zabezpečováním kvality	
	typ	jednotka	typ	jednotka
Kategorie I	Modul A Interní řízení výroby (autocertifikace)		-	
Kategorie II	Modul A2 Interní řízení výroby a namátkové kontroly + monitorování konečného posouzení ze strany NB		Modul D1 QA výrobního procesu ze strany NB	Modul E1 Výstupní kontrola ze strany NB
Kategorie III	Modul B (přezkoušení konstrukčního typu) + C2 EU přezkoumání návrhu + shody s typem ze strany NB a namátkové kontroly	Modul B (konstrukční typ) + F EU přezkoumání návrhu + ověření výrobku ze strany NB	Modul B (výrobní typ) + E EU přezkoušení výrobního typu + QA výrobku ze strany NB	Modul H Kompletní QA = posouzení systému kvality a dozor ze strany NB
			Modul B (konstrukční typ) + D EU přezkoumání návrhu + QA výrobního procesu ze strany NB	
Kategorie IV	Modul B (výrobní typ) + F EU přezkoušení výrobního typu + ověření výrobku ze strany NB	Modul G EU ověřování každého jednotlivého výrobku ze strany NB	Modul B (výrobní typ) + D EU přezkoušení výrobního typu + QA výrobního procesu ze strany NB	Modul H1 Kompletní QA + přezkoušení návrhu + zvláštní dozor nad konečným posouzením ze strany NB

QA: Quality assurance (zabezpečení kvality) / NB: Notified bodies (notifikovaná osoba)

4 – Oznámené subjekty

Seznam oznámených subjektů spolupracujících s našimi výrobci podle směrnice 2014/68/EU:

0035	0036	0045	0056	0062	0408	0409	0496	0497	0948	1115
										
TÜV Rheinland Industrie Service	TÜV Süd Industrie Service	TÜV Nord Systems	ECA Grupo Bureau Veritas	Bureau Veritas	TÜV Austria Services	Inspecta Sweden	DNV GL Business Assurance Italia	CSI	TÜV Italia	Consortio Pascal
Německo	Německo	Německo	Španělsko	Francie	Rakousko	Švédsko	Itálie	Itálie	Itálie	Itálie

Směrnice ATEX (2014/34/EU)

Směrnice o zařízeních a ochranných systémech určených k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu (ATEX – ATmosphères EXplosibles). Existují 2 směrnice ATEX: směrnice 2014/34/EU se týká zařízení (výrobků) a směrnice 1999/92/ES se týká minimálních požadavků na zlepšování bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců vystavených riziku výbušných prostředí. Potenciálně výbušné prostředí vzniká v případě smísení vzduchu za atmosférických podmínek s hořlavými látkami ve formě plynů, par, mlh či oblaků prachu, v nichž se hoření může po vystavení zdroji vznícení rozšířit v celém objemu. Nová směrnice 2014/34/EU definuje povinnosti a odpovědnosti dovozců (čl. 8) a distributorů (čl. 9). Tato směrnice dále stanoví, že každý provozovatel musí uchovávat záznamy o každé dodávce zařízení dle směrnice ATEX po dobu 10 let (čl. 11).

1 – O ventilech

Směrnice (čl. 2, §1) a směrnice „ATEX 2014/34/EU“ (§38) stanoví, že zařízení a jednoduché potrubní prvky, jako například armatury, ruční ventily, zpětné ventily, filtry, redukční ventily, pojistné ventily či odvaděče kondenzátu nespádají do působnosti směrnice, protože nemají „vlastní potenciální zdroj vznícení“. Nemusí mít proto certifikaci pro instalaci v nebezpečných prostorech. Směrnice ATEX se vztahuje jen na ventily s pohonem (elektrickým nebo pneumatickým) a průřazy (z důvodu mechanického odporu jejich skleněné části).


U ručních ventilů a jiných jednoduchých potrubních prvků by však měla být provedena analýza rizik pro zajištění vhodnosti ventilu do prostředí s nebezpečím výbuchu. Tato analýza například zahrnuje zajištění, že je odstraněno riziko elektrostatického výboje vlivem plastových součástí ventilu.

2 – Klasifikace zón

Směrnice se týká plynujících dolů a povrchových průmyslových zařízení se dvěma typy nebezpečného prostředí: přítomnosti plynu či přítomnosti prachu. Je na provozovateli, aby definoval zóny, v nichž může vzniknout prostředí s nebezpečím výbuchu, pomocí této klasifikace podle směrnice 1999/92/ES:

Plyny	Prach	Definice zóny
0	20	prostor, v němž se očekává, že výbušná atmosféra bude přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo déle než 1 000 h/rok.
1	21	prostor, v němž se očekává, že výbušná atmosféra bude přítomna po krátkou dobu a méně než 1 000 h/rok.
2	22	prostor, v němž se výbušná atmosféra neočekává, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze po krátkou dobu a méně než 10 h/rok.

3 – Označování ATEX – Příklad a vysvětlení

CE 0409		II	2	G	Eex	ia	IIC	T6	IP6X
---------	---	----	---	---	-----	----	-----	----	------

Stupeň ochrany „IP6X“ proti průniku: platí pro skupinu prachů (viz str. 10)

„T6“ Třída max. teploty povrchu	Skupina plynů	T1 450 °C T2 300 °C T3 200 °C T4 135 °C T5 100 °C T6 85 °C	Skupina prachů	„T300 °C“ Max. teplota povrchu uvedená na materiálu musí být nižší než teplota vznícení (vrstva prachu < 5 mm). V případě oblaku prachu nesmí překročit 2/3 teploty vznícení.
---------------------------------	---------------	---	----------------	---

„IIC“ Skupina výbušnosti (skupina plynů):

- I Metan (těžba)
- IIA hůře zápalné, např. propan
- IIB snadno zápalné, např. etylen
- IIC nejněsněji zápalné, např. vodík a acetylen

„ia“ Typ ochrany:

- d Ohnivzdorné odolné tlaku, zapouzdřené
- e Zvýšená bezpečnost
- i Jiskrová bezpečnost: „ia“ pro zónu 0 / „ib“ postačuje pro zónu 1 / „ic“ postačuje pro zónu 2
- m Zapouzdřené: „ma“ pro zónu 0 / „mb“ postačuje pro zónu 1 / „mc“ postačuje pro zónu 2
- o Ponoření do oleje
- q Prášková výplň
- p Tlakový kryt
- n Režim ochrany: „nA“ Nejskršící / „nC“ Rozbití krytu / „nR“ Omezený / „nL“ Omezená energie

„Eex“ Ochrana proti výbuchu (skupina plynů):

„G“ Prostředí:


- G Skupina plynů
- D Skupina prachů

„2“ Kategorie zařízení:

- 1 Kategorie 1 – Zařízení určené pro použití v zóně 0 nebo 20
- 2 Kategorie 2 – Zařízení určené pro použití v zóně 1 nebo 21
- 3 Kategorie 3 – Zařízení určené pro použití v zóně 2 nebo 22
- M1 Těžba
- M2 Těžba

„II“ Skupina zařízení:

- I Těžba – kategorie M1 a M2.
- II Všechna ostatní místa – kategorie 1, kategorie 2 a kategorie 3.

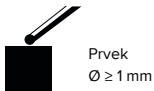



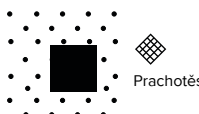



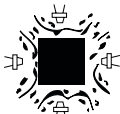
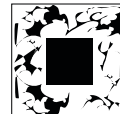
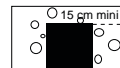
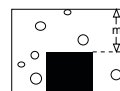
 Speciální označení ochrany proti výbuchu

0409 Notifikovaná osoba zapojená do kontroly výrobního procesu

CE Označení CE potvrzující shodu se směrnicí

Stupeň krytí (IP kód)

Stupeň ochrany poskytovaný krytem výrobku vyznačený na výrobku formou „IP“ kódu.

První číslice: ochrana před vniknutím pevných částic		Druhá číslice: ochrana před vniknutím kapalin	
4	 Prvek Ø ≥ 1 mm	0	 Nechráněno
5	 Chráněno proti prachu	1	 Chráněno proti svisle kapající vodě
6	 Prachotěsné	2	 Chráněno proti kapající vodě dopadající v úhlu do 15° vertikálně
		3	 Chráněno proti stříkající vodě a dešti dopadajícím v úhlu do 60° vertikálně
		4	 Chráněno proti vodě stříkající ze všech směrů
		5	 Chráněno proti tryskající vodě
		6	 Chráněno proti silnému vlnobíjí a intenzivně tryskající vodě
		7	 Chráněno proti ponoření do vody do hloubky 1 m
		8	 Chráněno proti ponoření do vody do hloubky větší než 1 m

Příklad: Stupeň IP 54 by označoval zařízení chráněné proti prachu (první číslice 5), které má ochranu proti stříkající vodě (druhá číslice 4).

SIL – certifikace úrovně integrity bezpečnosti (IEC EN 61508)

Mezinárodní elektrotechnická komise definuje různé úrovně SIL pro elektrická a elektronická zařízení takto:

Pro požadavkový provoz:

PFD (pravděpodobnost poruchy při vyžádání) a RRF (faktor snížení rizika)

SIL	PFD	RRF
1	0,1–0,01	10 ⁻¹ - 10 ⁻²
2	0,01–0,001	10 ⁻² - 10 ⁻³
3	0,001–0,0001	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴
4	0,0001–0,00001	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵

Pro nepřetržitý provoz:

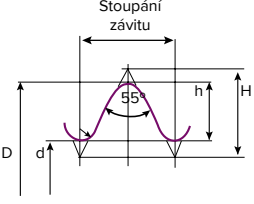
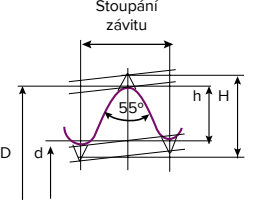
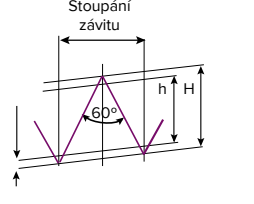
PFH (pravděpodobnost poruchy za hodinu) a RRF (faktor snížení rizika)

SIL	PFH	RRF
1	0,00001–0,000001	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
2	0,000001–0,0000001	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁷
3	0,0000001–0,00000001	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁸
4	0,00000001–0,000000001	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁹

Jmenovité tlaky

Norma	Teplota	Tlak
Max. dovolený tlak		16 bar 40 bar 63 bar 69 bar 100 bar 138 bar 150 bar 207 bar 250 bar 420 bar
ISO	20 °C	PN16 PN40 PN63 - PN100 - PN150 - PN250 PN420
ANSI B 16.34	454 °C	150 lb 300 lb - 400 lb 600 lb - 900 lb - 1500 lb 2500 lb
API 602 (kované)	454 °C	- - - - 800 lb - - 1500 lb -
API 6A / CWP (tlak studené vody)	16 °C	- - - API 1000 API 1500 API 2000 - API 3000 - API 6000
WOG (voda olej plyn)	16 °C	- - - 1000 psi 1500 psi 2000 psi - 3000 psi - 6000 psi

Normy pro závitové připojení

Válcový závit BSPP ISO 228 a ISO 7 Rp pro vnitřní závit	Kuželový závit BSPT ISO 7 pouze pro vnější závit	Kuželový závit NPT ANSI B1.20 pro vnější i vnitřní závit
		
$H = 0,9604 \times \text{stoupání závitu}$	$H = 0,9604 \times \text{stoupání závitu}$	$H = 0,866 \times \text{stoupání závitu}$
$h = 0,6043 \times \text{stoupání závitu}$	$h = 0,6043 \times \text{stoupání závitu}$	$h = 0,800 \times \text{stoupání závitu}$
$h = 0,1373 \times \text{stoupání závitu}$	$h = 0,1373 \times \text{stoupání závitu}$	
	kuželovitost: 6,25 %	kuželovitost: 6,25 %

Ø		1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Závit BSP	závitů na 1 palec	19	19	14	14	11	11	11	11	11	11	11
	stoupání (mm)	1,337	1,337	1,814	1,814	2,309	2,309	2,309	2,309	2,309	2,309	2,309
Závit NPT	závitů na 1 palec	18	18	14	14	11,5	11,5	11,5	11,5	8	8	8
	stoupání (mm)	1,411	1,411	1,814	1,814	2,209	2,209	2,209	2,209	3,175	3,175	3,175

Tabulka ekvivalentních průměrů

DN	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
NPS	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"
Metrické	8/13	12/17	15/21	20/27	26/34	33/42	40/49	50/60	66/76	80/88	102/114	125/139	150/168	200/219	-	-	-	-
Plastové trubky	-	-	20	25	32	40	50	63	75	90	110	-	-	-	-	-	-	-

Rozměry přírub

Rozměry v mm	90ISO PN10				ISO PN16				ISO PN25				ISO PN40											
	Rozměry			Šrouby	Rozměry			Šrouby	Rozměry			Šrouby	Rozměry			Šrouby								
	DN	D	K	L	Počet	Ø	L	D	K	L	Počet	Ø	L	D	K	L	Počet	Ø	L					
10	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55
15	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55
20	105	75	14	4	M 12	55	105	75	14	4	M 12	55	105	75	14	4	M 12	60	105	75	14	4	M 12	60
25	115	85	14	4	M 12	55	115	85	14	4	M 12	55	115	85	14	4	M 12	60	115	85	14	4	M 12	60
32	140	100	18	4	M 16	60	140	100	18	4	M 16	60	140	100	18	4	M 16	65	140	100	18	4	M 16	65
40	150	110	18	4	M 16	65	150	110	18	4	M 16	60	150	110	18	4	M 16	65	150	110	18	4	M 16	65
50	165	125	18	4	M 16	65	165	125	18	4	M 16	65	165	125	18	4	M 16	70	165	125	18	4	M 16	70
65	185	145	18	8*	M 16	65	185	145	18	8*	M 16	65	185	145	18	8	M 16	75	185	145	18	8	M 16	75
80	200	160	18	8	M 16	70	200	160	18	8	M 16	70	200	160	18	8	M 16	75	200	160	18	8	M 16	75
100	220	180	18	8	M 16	70	220	180	18	8	M 16	70	235	190	22	8	M 20	80	235	190	22	8	M 20	80
125	250	210	18	8	M 16	75	250	210	18	8	M 16	75	270	220	26	8	M 24	90	270	220	26	8	M 24	90
150	285	240	22	8	M 20	80	285	240	22	8	M 20	80	300	250	26	8	M 24	100	300	250	26	8	M 24	100
200	340	295	22	8	M 20	80	340	295	22	12	M 20	85	360	310	26	12	M 24	100	375	320	30	12	M 27	110
250	395	350	22	12	M 20	85	405	355	26	12	M 24	90	425	370	30	12	M 27	110	450	385	33	12	M 30	120
300	445	400	22	12	M 20	85	460	410	26	12	M 24	100	485	430	30	16	M 27	110	515	450	33	16	M 30	130
350	505	460	22	16	M 20	85	520	470	26	16	M 24	100	555	490	33	16	M 30	120	580	510	36	16	M 33	150
400	565	515	26	16	M 24	90	580	525	30	16	M 27	110	620	550	36	16	M 33	130	660	585	39	16	M 36	160

EN 1092-1 – ocelové příruby

* Dle konkrétní dohody mezi smluvními stranami; lze dodat příruby se 4 otvory.

* Doporučená délka šroubů je stanovena takto: příruba s hrubou těsnicí lištou; ploché podložky pod hlavu šroubu i matici; těsnění tl. 2,0 mm; z matice přesahuje 1/2 průměru šroubu. Následně jsou zvoleny délky šroubů, které jsou na trhu běžně k dostání.

EN 1092-2 – litinové příruby

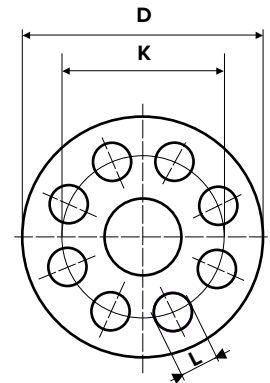
Rozměry v mm	ISO PN10						ISO PN16						ISO PN25						ISO PN40					
	Rozměry			Šrouby			Rozměry			Šrouby			Rozměry			Šrouby			Rozměry			Šrouby		
	DN	D	K	L	Počet	Ø	D	K	L	Počet	Ø	L	D	K	L	Počet	Ø	L	D	K	L	Počet	Ø	L
10	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55	90	60	14	4	M 12	55
15	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55	95	65	14	4	M 12	55
20	105	75	14	4	M 12	55	105	75	14	4	M 12	55	105	75	14	4	M 12	60	105	75	14	4	M 12	60
25	115	85	14	4	M 12	55	115	85	14	4	M 12	55	115	85	14	4	M 12	60	115	85	14	4	M 12	60
32	140	100	19	4	M 16	60	140	100	19	4	M 16	60	140	100	19	4	M 16	65	140	100	19	4	M 16	65
40	150	110	19	4	M 16	65	150	110	19	4	M 16	60	150	110	19	4	M 16	65	150	110	19	4	M 16	65
50	165	125	19	4	M 16	65	165	125	19	4	M 16	65	165	125	19	4	M 16	70	165	125	19	4	M 16	70
65	185	145	19	4*	M 16	65	185	145	19	4*	M 16	65	185	145	19	8	M 16	75	185	145	19	8	M 16	75
80	200	160	19	8	M 16	70	200	160	19	8	M 16	70	200	160	19	8	M 16	75	200	160	19	8	M 16	75
100	220	180	19	8	M 16	70	220	180	19	8	M 16	70	235	190	23	8	M 20	80	235	190	23	8	M 20	80
125	250	210	19	8	M 16	75	250	210	19	8	M 16	75	270	220	28	8	M 24	90	270	220	28	8	M 24	90
150	285	240	23	8	M 20	80	285	240	23	8	M 20	80	300	250	28	8	M 24	100	300	250	28	8	M 24	100
200	340	295	23	8	M 20	80	340	295	23	12	M 20	85	360	310	28	12	M 24	100	375	320	31	12	M 27	110
250	395	350	23	12	M 20	85	405	355	28	12	M 24	90	425	370	31	12	M 27	110	450	385	34	12	M 30	120
300	445	400	23	12	M 20	85	460	410	28	12	M 24	100	485	430	31	16	M 27	110	515	450	34	16	M 30	130
350	505	460	23	16	M 20	85	520	470	28	16	M 24	100	555	490	34	16	M 30	120	580	510	37	16	M 33	150
400	565	515	28	16	M 24	90	580	525	31	16	M 27	110	620	550	37	16	M 33	130	660	585	41	16	M 36	160
450	615	565	28	20	M 24	90	640	585	31	20	M 27	110	670	600	37	20	M 33	140	685	610	41	20	M 36	170
500	670	620	28	20	M 24	90	715	650	34	20	M 30	120	730	660	37	20	M 33	140	755	670	43	20	M 39	170
600	780	725	31	20	M 27	100	840	770	37	20	M 33	130	845	770	41	20	M 36	150	890	795	49	20	M 45	210
700	895	840	31	24	M 27	110	910	840	37	24	M 33	130	960	875	44	24	M 39	160						
800	1015	950	34	24	M 30	120	1025	950	41	24	M 36	130	1085	990	50	24	M 45	170						
900	1115	1050	34	28	M 30	120	1125	1050	41	28	M 36	150	1185	1090	50	28	M 45	180						
1000	1230	1160	37	28	M 33	140	1255	1170	44	28	M 39	180	1320	1210	5	28	M 52	200						

* Dle konkrétní dohody mezi smluvními stranami; lze dodat příruby s 8 otvory.

* Doporučená délka šroubů je stanovena takto: příruba s hrubou těsnicí lištou; ploché podložky pod hlavu šroubu i matici; těsnění tl. 2,0 mm (3,0 mm od DN450); z matice přesahuje 1/2 průměru šroubu. Následně jsou zvoleny délky šroubů, které jsou na trhu běžně k dostání.

EN 1759-1 / ANSI B16.5 – ocelové příruby

Rozměry v mm		ISO PN20 – ANSI 150					ISO PN50 – ANSI 300						
NPS	DN	Rozměry			Šrouby	Rozměry			Šrouby				
		D	K	L	Počet	Ø	D	K	L	Počet	Ø		
1/2"	15	88,9	60,5	15,8	4	1/2"	M 14	95,3	66,5	15,8	4	1/2"	M 14
3/4"	20	98,6	69,9	15,8	4	1/2"	M 14	117,4	88,6	19	4	5/8"	M 16
1"	25	108	79,4	15,8	4	1/2"	M 14	124	88,9	19	4	5/8"	M 16
1 1/4"	32	117	88,9	15,8	4	1/2"	M 14	133	98,4	19	4	5/8"	M 16
1 1/2"	40	127	98,4	15,8	4	1/2"	M 14	156	114,3	22,2	4	3/4"	M 20
2"	50	152	120,4	19	4	5/8"	M 16	165	127	22,2	8	3/4"	M 20
2 1/2"	65	178	139,7	19	4	5/8"	M 16	190	149,2	22,2	8	3/4"	M 20
3"	80	190	152,4	19	4	5/8"	M 16	210	168,3	22,2	8	3/4"	M 20
4"	100	229	190,5	19	8	5/8"	M 16	254	200	22,2	8	3/4"	M 20
5"	125	254	215,9	22,2	8	3/4"	M 20	279	235	22,2	8	3/4"	M 20
6"	150	279	241,3	22,2	8	3/4"	M 20	318	269,9	22,2	12	3/4"	M 20
8"	200	343	298,4	22,2	8	3/4"	M 20	381	330,2	25,4	12	7/8"	M 24
10"	250	406	362	25,4	12	7/8"	M 24	444	387,4	28,5	16	1"	M 27
12"	300	483	431,8	25,4	12	7/8"	M 24	521	450,8	31,8	16	1 1/8"	M 30
14"	350	533	476,2	28,5	12	1"	M 27	584	514,4	31,8	20	1 1/8"	M 30
16"	400	597	539,8	28,5	16	1"	M 27	648	571,5	35	20	1 1/4"	M 33
18"	450	635	577,8	31,8	16	1 1/8"	M 30	711	628,6	34,9	24	1 1/4"	M 33
20"	500	698	635,0	31,8	20	1 1/8"	M 30	775	685,8	34,9	24	1 1/4"	M 33
24"	600	813	749,3	34,9	20	1 1/4"	M 33	914	812,8	41,3	24	1 1/2"	M 39



Typy těsnících ploch přírub DN EN 1092-1



Typ A
Rovná těsnící
plocha



Typ B
Hrubá těsnící
lišta (B1 a B2)



Typ C
Pero



Typ D
Drážka



Typ E
Nákrůžek



Typ F
Výkrůžek

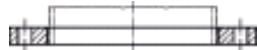


Typ G
Nákrůžek
pro O-kroužek

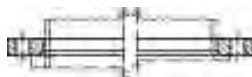


Typ H
Drážka pro
O-kroužek

Typy přírub dle EN 1092-1



Typ 01
Plochá přivařovací příruba



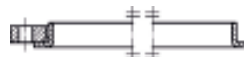
Typ 02
Točivá příruba pro přivařovací
kroužek (viz typ 32) nebo pro
lemový kroužek



Typ 02
Točivá příruba s přivařovacím
krkem (viz typ 35)



Typ 02
Točivá příruba s nalisovaným
nákrůžkem s dlouhým krkem
(viz typ 36)



Typ 02
Točivá příruba s
nalisovaným nákrůžkem
(viz typ 37)



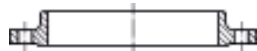
Typ 04
Točivá plochá příruba
s přivařovacím
kroužkem s krkem (viz typ 34)



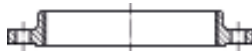
Typ 05
Zaslepovací příruba



Typ 11
Krková příruba



Typ 12
Točivá plochá příruba
pro přivařovací kroužek s
krkem (viz typ 34)



Typ 13
Krková příruba se závitem



Typ 21
Integrální příruba

Typy lemů/obrub 32 - 37 dle EN 1092-1



Typ 32
Přivařovací plochý
kroužek



Typ 33
Překrývající se konec



Typ 34
Přivařovací kroužek
s krkem



Typ 35
Přivařovací krk



Typ 36
Nalisovaný nákrůžek
s dlouhým krkem



Typ 37
Nalisovaný nákrůžek

Stavební délky kovových armatur dle EN 558

Hlavní základní řady (rozměry v mm)

DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
Řada 1	130	130	150	160	180	200	230	290	310	350	400	480	600	730	850	980	1100	1200	1250	1450
Řada 2	210	210	230	230	260	260	300	340	380	430	500	550	650	775	900	1025	1150	1275	1400	1600
Řada 3	102	108	117	127	140	165	178	190	203	229	254	267	292	330	356	381	406	432	457	508
Řada 4	-	140	152	165	178	190	216	241	283	305	381	403	419	457	502	762	838	914	991	1143
Řada 5	-	165	190	216	229	241	292	330	356	432	508	559	660	787	838	889	991	1092	1194	1397
Řada 7	108	108	117	127	146	159	190	216	254	305	356	406	521	635	749	-	-	-	-	-
Řada 10	-	108	117	127	140	165	203	216	241	292	330	356	495	622	698	787	914	978	978	1295
Řada 12	130	130	130	140	165	165	203	222	241	305	356	394	457	533	610	686	762	864	914	1067
Řada 13	-	-	-	-	-	106	108	112	114	127	140	140	152	165	178	190	216	222	229	267
Řada 14	115	115	120	125	130	140	150	170	180	190	200	210	230	250	270	290	310	330	350	267
Řada 15	-	-	-	120	140	240	250	270	280	300	325	350	400	450	500	550	600	650	700	800
Řada 16	-	-	-	-	-	33	43	46	64	64	70	76	89	114	114	127	140	152	152	178
Řada 18	80	80	90	100	110	120	135	165	185	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Řada 19	-	140	152	165	178	190	216	241	283	305	381	403	419	457	502	572	610	660	711	787
Řada 20	-	-	-	-	-	33	43	46	46	52	56	56	60	68	78	78	102	114	127	154
Řada 21	-	152	178	216	229	241	267	292	318	356	400	444	533	622	711	838	864	978	1016	1346
Řada 25	-	-	-	-	-	-	-	-	49	56	64	70	71	76	83	92	102	114	127	154
Řada 26	-	-	-	-	-	240	250	290	310	350	400	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1350
Řada 27	115	115	120	125	130	140	150	170	180	190	325	350	400	450	500	550	762	-	914	-
Řada 28	130	130	150	160	180	200	230	290	310	350	400	450	550	650	750	850	950	-	1150	-
Řada 29	108	108	117,5	127	127	136	142	154	160	172	186	200	228	255	285	315	340	360	380	425
Řada 33	-	-	-	-	-	152	178	216	254	305	381	457	584	711	813	889	991	1092	1194	1397
Řada 47	-	-	75	80	90	100	110	130	150	160	200	210	-	-	-	-	-	-	-	-
Řada 48	-	-	-	-	-	180	200	240	260	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1300
Řada 49	-	16	19	22	28	31,5	40	46	50	60	90	106	140	-	-	-	-	-	-	-
Řada 52	25	31,5	35,5	40	45	56	63	71	80	110	125	160	200	250	280	-	-	-	-	-
Řada 54	-	-	229	254	279	305	368	419	381	457	551	610	737	838	965	1029	1130	1219	1321	1549
Řada 55	-	216	229	254	279	305	368	419	470	546	673	705	832	991	1130	1257	1384	1537	1664	1943
Řada 56	-	264	273	308	349	384	451	508	578	673	794	914	1022	1270	1422	-	-	-	-	-
Řada 69	-	-	-	140	165	178	216	254	305	356	432	508	660	787	914	991	1092	-	-	-
Řada 70	-	-	-	140	165	178	216	254	305	406	483	559	711	864	991	1067	1194	1346	1473	-
Řada 71	-	-	-	186	232	232	279	330	368	457	533	610	762	914	1041	1118	1245	1397	-	-
Řada 77	-	318	318	318	-	381	400	441	660	737	-	864	1022	1372	1575	1803	-	-	-	-
Řada 91	-	-	-	-	-	310	350	425	470	550	650	750	950	1150	1350	1550	1750	1950	2150	-
Řada 92	230	230	260	260	300	300	350	400	450	520	600	700	800	900	1050	-	-	-	-	-
Řada 99	-	-	-	-	-	270	300	360	390	450	525	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	-
Řada 105	-	292	292	292	-	333	375	410	441	511	-	714	914	991	1130	1257	1422	1727	-	-
Řada 106	-	292	292	292	-	333	375	410	460	530	-	768	972	1067	1219	1257	1422	1727	-	-
Řada 107	-	50	50	60	65	80	95	110	145	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Řada 108	-	-	-	-	-	-	-	-	48	54	-	57	64	71	81	92	102	114	127	154
Řada 109	-	-	-	-	-	-	-	-	48	54	-	59	73	83	92	117	133	149	159	181
Řada 110	-	-	-	-	-	-	-	-	54	64	-	78	102	117	140	155	178	200	216	232

Zdrojové normy řad stavebních délek

1	DIN 3202-1, řada F1	19	ANSI B16.10, tabulka 2, sloupec 1	55	ANSI B16.10, tabulka 6, sloupec 5
2	DIN 3202-1, řada F2	20	ANSI B16.10, tabulka 9, sloupec 3 a 4	56	ANSI B16.10, tabulka 7, sloupec 1 a 2
3	ANSI B16.10, tabulka 1, sloupec 8 a 9	21	ANSI B16.10, tabulka 10, sloupec 16 a 18	69	ANSI B16.10, tabulka 5, sloupec 2 a 6
4	ANSI B16.10, tabulka 2, sloupec 11	25	BS 2080, tabulka 1, řada 64	70	ANSI B16.10, tabulka 6, sloupec 2 a 6
5	ANSI B16.10, tabulka 4, sloupec 5	26	ANSI B16.10, tabulka 9, sloupec 4	71	ANSI B16.10, tabulka 7, sloupec 2 a 5
7	BS 2080, tabulka 1, řada 7	27	DIN 3357-2 ff	77	ANSI/ISA S75.16-1994 tabulka 1
10	ANSI B16.10, tabulka 1, sloupec 16	28	DIN 3357-2 ff	91	DIN 3202-1, řada F9
12	ANSI B16.10, tabulka 1, sloupec 3	29	NFE 29 - 377	92	DIN 3202-1, řada F3
	BS 2080, tabulka 1, řada 12	33	ANSI B16.10, tabulka 4, sloupec 6	99	DIN 3202-1, řada F8
13	BS 2080, tabulka 1, řada 13	47	DIN 3202-1, řada F19	105	ANSI/ISA S75.16 tabulka 1
14	DIN 3202-1, řada F4	48	DIN 3202-1, řada F6	106	ANSI/ISA S75.16 tabulka 1
15	DIN 3202-1, řada F5	49	DIN 3202-3, řada F4	108	API 609, tabulka 2 – třída 150
16	BS 2080, tabulka 1, řada 16	52	DIN 3202-3, řada F5	109	API 609, tabulka 2 – třída 300
18	BS 2080, tabulka 1, řada 18	54	ANSI B16.10, tabulka 5, sloupec 5	110	API 609, tabulka 2 – třída 600

Materiály (EN 1503)
■ Uhlíková ocel

Kovaná uhlíková ocel (EN 10222-2)

NF A 36-605	EN 10222	DIN 2528	WN°	ASTM	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
A48 AP	P 245 N	C22.8	1.0460	A 105	-20 °C	+425 °C
				A 350 LF2	-46 °C	+425 °C

■ Nerezová ocel

Kovaná nerezová ocel (EN 10222-5)

NF A 36-607	EN/DIN	WN°	ASTM A182	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
AF Z6 CN18-09	X5 CRNI 18-10	1.4301	F304	-196 °C	+815 °C
AF Z2 CN18-10	X2 CRNI 19-11	1.4306	F304L	-196 °C	+425 °C
AF Z6 CND17-11	X5 CRNIMO 17-12-2	1.4401	F316	-196 °C	+815 °C
AF Z2 CND17-12	X2 CRNIMO 17-12-2	1.4404	F316L	-196 °C	+455 °C

Nerezová ocelolitina (EN 10213-4)

NF A	EN/DIN	WN°	ASTM A351	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
Z6 CN 18.10 N	GX5 CRNI 19-10	1.4308	CF8	-196 °C	+815 °C
	GX2 CRNI 19-11	1.4309	CF3	-196 °C	+425 °C
Z6 CND18.12N	GX5 CRNIMO 19-11-2	1.4408	CF8M	-196 °C	+815 °C
	GX2 CRNIMO 19-11-2	1.4409	CF3M	-196 °C	+455 °C

■ Šedá litina a tvárná litina (EN 1503-3)

Šedá litina

NF A 32-101	EN 1561	DIN 1691	WN°	ASTM	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
FGL 200	EN-GJL 250	GG 25	0.6020	A 48 TŘÍDA 308	-10 °C	+200 °C
FGL 250	EN-GJL 200	GG 20	0.6023	A 48 TŘÍDA 358	-10 °C	+200 °C

Tvárná litina

NF A 32-201	EN 1563	DIN 1693	WN°	ASTM	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
FGS 500-7	EN-GJS-500-7	GGG 50	0.7050	A 536 JAKOST 80-55-06	-15 °C	+350 °C
FGS 400-15	EN-GJS-400-15	GGG 40	0.7040	A 536 JAKOST 65-45-12	-15 °C	+350 °C
FGS 400-18	EN-GJS-400-18	GGG 40.3	0.7043	A 536 JAKOST 60-40-18	-20 °C	+350 °C

■ Mosaz (EN 1503-4 / EN 12165)

	EN 12420	DIN	WN°	ASTM MIN.	TEPL. MAX. TEPL.
	CW 617N	CU ZN40PB2	2.0402	B 124 C37700	-10 °C +200 °C
	CW 614N	CU ZN39PB3	2.0372	B 124 C38500	-10 °C +200 °C
	CW 615N	CUZN39PB3SN	-	-	-10 °C +200 °C
	CW 510L	CU ZN42	-	B 124 C28500	-10 °C +200 °C

■ Bronz (EN 1503-4)

	EN 1982	DIN	WN°	ASTM	MIN. TEPL.	MAX. TEPL.
	CC 491K	CUSN5ZN5PB5-C	2.1096	B 62 C83600	-10 °C	+260 °C
	CB 491K	CUSN5ZN5PB5-B	2.1097	B 30 C83600	-10 °C	+260 °C

Lexicon / Lexikon

Hlavní normalizační organizace

AFNOR	Association Française de Normalisation / Francouzská společnost pro normalizaci
ANSI	American National Standard Institute / Americký národní úřad pro normalizaci
API	American Petroleum Institute / Americký ústav pro ropu
ASME	American Society of Mechanical Engineers / Americká společnost strojních inženýrů
ASTM	American Society for Testing Materials / Americká společnost pro zkoušení materiálů
DIN	Deutsches Institut für Normung / Německý ústav pro normalizaci
ISO	International Organisation for Standardisation / Mezinárodní organizace pro normalizaci
JIS	Japanese Industrial Standards / Japonské průmyslové normy
NACE	National Association of Corrosion Engineers / Národní asociace antikoročních inženýrů

Obvyklé zkratky

DN	Nominal size / jmenovitá světlost
NPS	Nominal pipe size / jmenovitá světlost trubky
PS	Maximum allowable pressure / nejvyšší dovolený tlak
TS	Minimum/maximum allowable temperature / nejnižší/nejvyšší dovolená teplota
BSP	British Standard Pipe thread (BSPP: Parallel, acc. to 228 / BSPT: Tapered, acc. to ISO 7) / britský standardní potrubní závit (BSPP: válcový, podle ISO 228 / BSPT: kuželový, podle ISO 7)
ISO	National Pipe Tapered, acc. to ANSI B1.20 / národní potrubní kuželový, podle ANSI B1.20
BW	Butt Weld, acc. to ASME B16.9 / tupý svar, podle ASME B16.9
SW	Socket Weld, acc. to ASME B16.11 / hrdlový svar, podle ASME B16.11
RF	Raised flange, acc. to ISO 1092-1 & ANSI B16.5 / vyvýšená příruba, podle ISO 1092-1 a ANSI B16.5
M	Male / vnější
F	Female / vnitřní
IP	Ingress Protection (see page 10) / stupeň krytí (viz strana 10)
ATEX	Explosive Atmosphere (see page 9) / prostředí s nebezpečím výbuchu (viz strana 9)

Specifické měrné jednotky

V AC	Volts Alternating Current / volty, střídavý proud
V DC	Volts Direct Current / volty, stejnosměrný proud
Nm	Newton metre / newtonmetr
PSI	Pounds per Square Inch / libry na čtvereční palec
ΔP	Differential pressure / diferenciální tlak

Běžné zkratky materiálů

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene / akrylonitril butadien styren
CR	Polychloroprene (such as Neoprene®) / polychloropren (např. Neoprene®)
CSM	Chlorosulphonated Polyethylene (such as Hypalon®) / sulfochlorovaný polyetylen (např. Hypalon®)
ECO	Epichlorhydrin Rubber / epichlorhydrinový kaučuk
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer / etylen-propylen-dien monomer
FKM	Fluorinated Propylene Monomer (such as Viton®) / fluorovaný propylen monomer (např. Viton®)
HDPE	High Density Polyethylene / vysokohustotní polyetylen
NBR	Nitrile Butadiene Rubber / nitrilbutadienový kaučuk
NR	Natural Rubber / přírodní kaučuk
PA	Polyamide / polyamid
PE	Polyethylene / polyetylen
PEEK	Polyether Ether Ketone / polyéter-éter keton
PEX	Cross-linked Polyethylene / zesítěný polyetylen
POM	Polyoxymethylene / polyoxymetylen
PP	Polypropylene / polypropylen
PTFE	Polytetrafluoroethylene / polytetrafluoretylen
PU	Polyurethane / polyuretan
PVC	Polyvinyl Chloride / polyvinylchlorid
PVDF	Polyvinylidene Fluoride / polyvinyliden fluorid
RTFE	Reinforced Polytetrafluoroethylene (with 15% glass fiber) / zesílený polytetrafluoretylen (s 15 % skelného vlákna)
SBR	Styrene Butadiene Rubber / styrenbutadienový kaučuk

Řekněte energii. Myslete na životní prostředí. A naopak.

Každá společnost, která šetrně zachází s energiemi, též přistupuje šetrně k životnímu prostředí. Menší spotřeba energie znamená méně odpadů, méně emisí a zdravější životní prostředí.

Stručně řečeno, ekologický přístup k energiím snižuje náklady společnosti na energii i na ochranu životního prostředí. Tím, že výrobky a služby společnosti Armstrong usnadňují firmám hospodaření s energií, také pomáhají chránit životní prostředí.

Společnost Armstrong předává své know-how od doby, kdy jsme v roce 1911 vyvinuli energeticky účinný zvonový odvaděč kondenzátu. V následujících letech byly úspory na straně zákazníků důkazem toho, že **nepředávání znalostí znamená plýtvání energií.**

Vývoj a zlepšování konstrukce a funkce odvaděčů kondenzátu společnosti Armstrong vedly k nespočetným úsporám energie, času a peněz. Tento oddíl dokumentu vznikl díky desítkám let shromažďování a rozšiřování našich zkušeností. Pojednává o principu odvaděčů kondenzátu a vysvětluje jejich konkrétní využití v nejrůznějších výrobcích a odvětvích.

Jedná se o užitečný doplněk k ostatní firemní literatuře a nástrojům, pro dimenzování a výběr, které si lze objednat na evropském webu společnosti Armstrong www.armstronginternational.eu.

Tento oddíl rovněž obsahuje tabulky doporučených typů, v nichž jsou shrnuty naše poznatky o tom, který typ odvaděče kondenzátu bude v dané situaci optimálně fungovat a proč.

DŮLEŽITÉ: Účelem tohoto oddílu je shrnout obecné principy instalace a činnosti odvaděčů kondenzátu, jak je uvedeno výše. Vlastní instalaci a obsluhu zařízení pro odvod kondenzátu smí provádět pouze pracovníci s příslušnými zkušenostmi. Výběr nebo instalace musí být vždy doprovázeny kompetentní technickou podporou či poradenstvím. Tyto údaje nelze považovat za náhradu takové technické podpory nebo poradenství. Další informace obdržíte od společnosti Armstrong nebo jejího místního zástupce.

Pokyny pro použití tabulek doporučených typů

Tabulka doporučených typů pro rychlou referenci je uvedena ve všech oddílech „JAK ODVODŇOVAT...“ této příručky na stranách CG-24 až CG-50.

Systém kódů funkcí (od A do Q) poskytuje přehled základních informací.

V tabulce je uveden typ odvaděče kondenzátu a hlavní výhody, které jsou podle společnosti Armstrong pro jednotlivé aplikace nejdůležitější.

Dejme tomu, že například hledáte informace o tom, který odvaděč kondenzátu použít u gravitačního odvodňovaného duplikátorového kotle. Postup je tento:

1. Přejděte k oddílu „Jak odvodňovat duplikátorové kotle“, strany CG-42 až CG-43, a podívejte se do pravého dolního rohu na straně CG-42. Pro vaši potřebu je zde přetištěna tabulka doporučených typů. (Tabulka doporučených typů je v každém oddílu.)
2. V prvním sloupci pod záhlavím „Odvodňované zařízení“ najdete řádek „Duplikátorové kotle, gravitační odvodnění“ a vpravo si přečtete doporučení společnosti Armstrong pro „základní volbu a kód funkce“. V tomto případě je základní volbou IBLV a jsou uvedena písmena kódu funkce B, C, E, K, N.
3. Nyní se podívejte na tabulku Chart CG-9-2 s názvem „Jak různé typy odvaděčů kondenzátu splňují specifické provozní požadavky“ a vyhledejte jednotlivá písmena B, C, E, K, N ve sloupci zcela vlevo. Například písmeno „B“ se týká schopnosti odvaděče kondenzátu zajišťovat energeticky úsporný provoz.

4. Na řádku „B“ se podívejte doprava na sloupec pro naši základní volbu, v tomto případě zvonový typ. Na základě testů a skutečných provozních podmínek je energetická úspornost zvonového odvaděče kondenzátu hodnocena jako „vynikající“. Stejně postupujte i u ostatních písmen.

Zkratky

IB	Zvonový odvaděč kondenzátu
IBLV	Zvonový odvaděč s velkým odvodušňovačem
F&T	Plovákový a termostatický odvaděč kondenzátu
CD	Řízený diskový nebo termodynamický odvaděč kondenzátu
DC	Automatický diferenční regulátor kondenzátu
CV	Zpětný ventil
T	Termostatická komora
PRV	Tlakový redukční ventil

Tabulka CG-9-1. Tabulka doporučených typů
(Kód funkce viz tabulka níže.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Duplikátorové kotle, gravitační odvodnění	IBLV B, C, E, K, N	F&T nebo termostatický
Duplikátorové kotle, sifonové odvodnění	DC B, C, E, G, H, K, N, P	IBLV

Tabulka CG-9-2. Jak různé typy odvaděčů kondenzátu splňují specifické provozní požadavky

Kód funkce	Charakteristika	Zvonový	F&T (plovákový)	Diskový	Termostatický	Diferenční regulátor	Orifice
A	Způsob provozu	(1) Přerušovaný	Nepřetržitý	Přerušovaný	(2) Přerušovaný	Nepřetržitý	Nepřetržitý
B	Úspora energie (životnost)	Vynikající	Dobrá	Slabá	Přijatelná	(3) Vynikající	Slabá
C	Odolnost proti opotřebení	Vynikající	Dobrá	Slabá	Přijatelná	Vynikající	Slabá
D	Odolnost proti korozi	Vynikající	Dobrá	Vynikající	Dobrá	Vynikající	Dobrá
E	Odolnost proti hydraulickému rázu	Vynikající	Slabá	Vynikající	(4) Slabá	Vynikající	Dobrá
F	Odvod vzduchu a CO ₂ při teplotě páry	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano	Slabá
G	Schopnost odvádět vzduch při velmi nízkém tlaku (0,02 barg)	Slabá	Vynikající	(5) Nedoporučeno	Dobrá	Vynikající	Slabá
H	Najížděcí množství vzduchu	Přijatelná	Vynikající	Slabá	Vynikající	Vynikající	Slabá
I	Provoz při protitlaku	Vynikající	Vynikající	Slabá	Vynikající	Vynikající	Slabá
J	Odolnost proti poškození při zamrznutí (6)	Dobrá	Slabá	Dobrá	Dobrá	Dobrá	Vynikající
K	Schopnost proplachu	Vynikající	Přijatelná	Vynikající	Dobrá	Vynikající	Slabá
L	Výkonnost při velmi nízkých zatíženích	Vynikající	Vynikající	Slabá	Vynikající	Vynikající	Slabá
M	Reakce na vodní zátku	Okamžitá	Okamžitá	Opožděná	Opožděná	Okamžitá	Slabá
N	Schopnost provozu při znečištění	Vynikající	Slabá	Slabá	Přijatelná	Vynikající	Slabá
O	Poměrná fyzická velikost	(7) Velká	Velká	Malá	Malá	Velká	Malá
P	Schopnost provozu s brýdovou parou	Přijatelná	Slabá	Slabá	Slabá	Vynikající	Slabá
Q	Poloha při mechanické poruše (otevřeno nebo zavřeno)	Otevřeno	Zavřeno	(8) Otevřeno	(9)	Otevřeno	–

(1) Odvod kondenzátu je nepřetržitý. Vypouštění je přerušované.

(2) Při nízkém zatížení může být nepřetržitý.

(3) Vynikající při použití „sekundární páry“.

(4) Bimetalové a membránové odvaděče kondenzátu – dobrá.

(5) Nedoporučuje se pro provoz při nízkém tlaku.

(6) Nedoporučují se odvaděče kondenzátu z šedé litiny.

(7) Ve svařovaných konstrukcích z nerezové oceli – střední.

(8) V zavřeném stavu může dojít k poruše z důvodu nečistot.

(9) Může dojít k poruše v otevřeném nebo zavřeném stavu v závislosti na konstrukci vlnovce.

Co to je a jak je používat

Množství tepla a vztahy mezi teplotou a tlakem uváděné v této části jsou převzaty z tabulky „Vlastnosti syté páry“.

Definice použitých pojmů

Sytá pára je čistá pára při teplotě, která odpovídá teplotě varu vody při existujícím tlaku.

Absolutní a manometrický tlak

(sloupec 1). Absolutní tlak je tlak v barech (bar(a)) vzhledem k nulovému tlaku v prázdném prostoru (vakuu). Manometrický tlak je tlak v barech (bar(g)) vzhledem k atmosférickému tlaku, který je 1 bar abs. Manometrický tlak (bar(g)) plus 1 rovná se absolutní tlak. Nebo také absolutní tlak v barech minus 1 rovná se manometrický tlak.

Vztah tlaku a teploty (sloupce 1 a 2). Pro každý tlak syté páry existuje odpovídající teplota. Příklad: Teplota 9 barg syté páry je vždy 179,9 °C.

Měrný objem páry (sloupec 3). Objem na jednotku hmotnosti v m³/kg.

Entalpie syté kapaliny (sloupce 4 a 6). Jedná se o množství tepla potřebné k ohřátí jednoho kilogramu vody z 0 °C na teplotu varu při uvedeném tlaku a teplotě. Vyjadřuje se v kilojoulech (kJ) nebo kilokaloriích (kcal).

Skupenské neboli výparné teplo (sloupce 5 a 7). Množství tepla potřebné k přeměně kilogramu vařící vody na kilogram páry. Stejně množství tepla se uvolní, když kilogram páry zkondenzuje zpět na kilogram vody. Jak vyplývá z parní tabulky, toto množství tepla je pro každou kombinaci tlaku a teploty jiné.

Způsob použití tabulky

Kromě určení vztahů tlaku a teploty můžete vypočítat množství páry, které zkondenzuje při známém výkonu v kJ (kcal).

A naopak lze tabulku použít k určení výkonu v kJ (kcal), je-li známa rychlost kondenzace. V aplikační části tohoto oddílu je několik odkazů na použití parní tabulky.

Tabulka CG-10-1. Vlastnosti syté páry

Tlak páry (bar abs.)	Tepl. páry (°C)	Měr. objem (m ³ /kg)	Kilojouly		Kilokalorie	
			Entalpie syté kapaliny (kJ/kg)	Výparné teplo (kJ/kg)	Entalpie syté kapaliny (kcal/kg)	Výparné teplo (kcal/kg)
Sloupec 1	Sloupec 2	Sloupec 3	Sloupec 4	Sloupec 5	Sloupec 6	Sloupec 7
P	t	SV	q	r	q	r
0,01	7,0	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	28,9	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	43,7	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	75,8	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
1,50	111,4	1,159	467	2 226	111,5	531,8
2,00	120,2	0,8854	504	2 201	120,5	525,9
2,50	127,4	0,7184	535	2 181	127,8	521,0
3,00	133,5	0,6056	561	2 163	134,1	516,7
3,50	138,9	0,5240	584	2 147	139,5	512,9
4,00	143,6	0,4622	604	2 133	144,4	509,5
4,50	147,9	0,4138	623	2 119	148,8	506,3
5,00	151,8	0,3747	640	2 107	152,8	503,4
6,00	158,8	0,3155	670	2 084	160,1	498,0
7,00	164,9	0,2727	696	2 065	166,4	493,3
8,00	170,4	0,2403	721	2 046	172,2	488,8
9,00	175,4	0,2148	742	2 029	177,3	484,8
10,00	179,9	0,1943	762	2 013	182,1	481,0
11,00	184,1	0,1774	778	1 998	186,5	477,4
12,00	188,0	0,1632	798	1 983	190,7	473,9
13,00	191,6	0,1511	814	1 970	194,5	470,8
14,00	195,0	0,1407	830	1 958	198,2	467,7
15,00	198,3	0,1317	844	1 945	201,7	464,7
16,00	201,4	0,1237	858	1 933	205,1	461,7
17,00	204,3	0,1166	871	1 921	208,2	459,0
18,00	207,1	0,1103	884	1 910	211,2	456,3
19,00	209,8	0,10470	897	1 899	214,2	453,6
20,00	212,4	0,09954	908	1 888	217,0	451,1
25,00	223,9	0,07991	961	1 839	229,7	439,3
30,00	233,8	0,06663	1008	1 794	240,8	428,5
40,00	250,3	0,04975	1087	1 712	259,7	409,1
50,00	263,9	0,03943	1154	1 640	275,7	391,7
60,00	275,6	0,03244	1213	1 571	289,8	375,4
70,00	285,8	0,02737	1267	1 505	302,7	359,7
80,00	295,0	0,02353	1317	1 442	314,6	344,6
90,00	303,3	0,02050	1363	1 380	325,7	329,8
100,00	311,0	0,01804	1407	1 319	336,3	315,2
110,00	318,1	0,01601	1450	1 258	346,5	300,6
120,00	324,7	0,01428	1492	1 197	356,3	286,0
130,00	330,8	0,01280	1532	1 135	365,9	271,1
140,00	336,6	0,01150	1571	1 070	375,4	255,7
150,00	342,1	0,010340	1610	1 004	384,7	239,9
200,00	365,7	0,005877	1826	592	436,2	141,4

1 kcal = 4,186 kJ
1 kJ = 0,24 kcal

Brýdová (sekundární) pára

Co je brýdová pára? Jsou-li horký kondenzát nebo kotlová voda pod tlakem přivedeny do prostředí s nižším tlakem, část se znovu odpaří a vzniklá pára se nazývá brýdová pára.

Proč je důležitá? Tato brýdová pára je důležitá, protože obsahuje teplo využitelné pro hospodárny provoz závodu, které by se jinak vyplytvalo.

Jak vzniká? Při ohřevu vody za atmosférického tlaku (1,013 bar(a)) se její teplota zvyšuje, dokud nedosáhne 100 °C, což je nejvyšší teplota, při níž může voda za tohoto tlaku existovat. Při dalším ohřevu se teplota nezvýší, ale voda se začne přeměňovat na páru.

Teplo pohlcené vodou ohřívající se na teplotu varu se nazývá „měrná entalpie vody“ nebo teplo syté kapaliny. Teplo potřebné k přeměnění vody při teplotě varu na páru o stejné teplotě se nazývá „výparné teplo“. Běžně používanou jednotkou tepla je kJ. Množství tepla potřebné k ohřátí jednoho kg vody o 1 °C při atmosférickém tlaku je rovno 4,186 kJ.

Je-li však voda zahřívána pod tlakem, bod varu bude vyšší než 100 °C, takže potřebné měrná entalpie vody bude větší. Čím vyšší je tlak, tím vyšší je teplota varu a tím vyšší je i entalpie (tepelný obsah). V případě snížení tlaku se uvolní určité množství měrné entalpie vody. Tento přebytek tepla bude pohlcen ve formě výparného tepla, takže část vody se „bleskově“ přemění na páru.

Kondenzát při teplotě páry pod tlakem 10 bar(a) má entalpii 762 kJ/kg. (viz sloupec 4 v parní tabulce.) Je-li tento kondenzát vypuštěn do atmosférického tlaku (1 bar(a)), jeho entalpie okamžitě poklesne na 417 kJ/kg. Přebytečných 345 kJ se znovu spotřebuje na vypaření neboli bleskové odpaření části kondenzátu. Podíl, který se bleskově odpaří na páru, lze vypočítat ze vzorce:

$$\% \text{ brýdové páry} = \frac{q_1 - q_2}{r} \times 100$$

q_1 = měrná entalpie vody v kondenzátu při vyšším tlaku před vypuštěním.

q_2 = měrná entalpie vody v kondenzátu při nižším tlaku prostředí, do něhož je kondenzát vypouštěn.

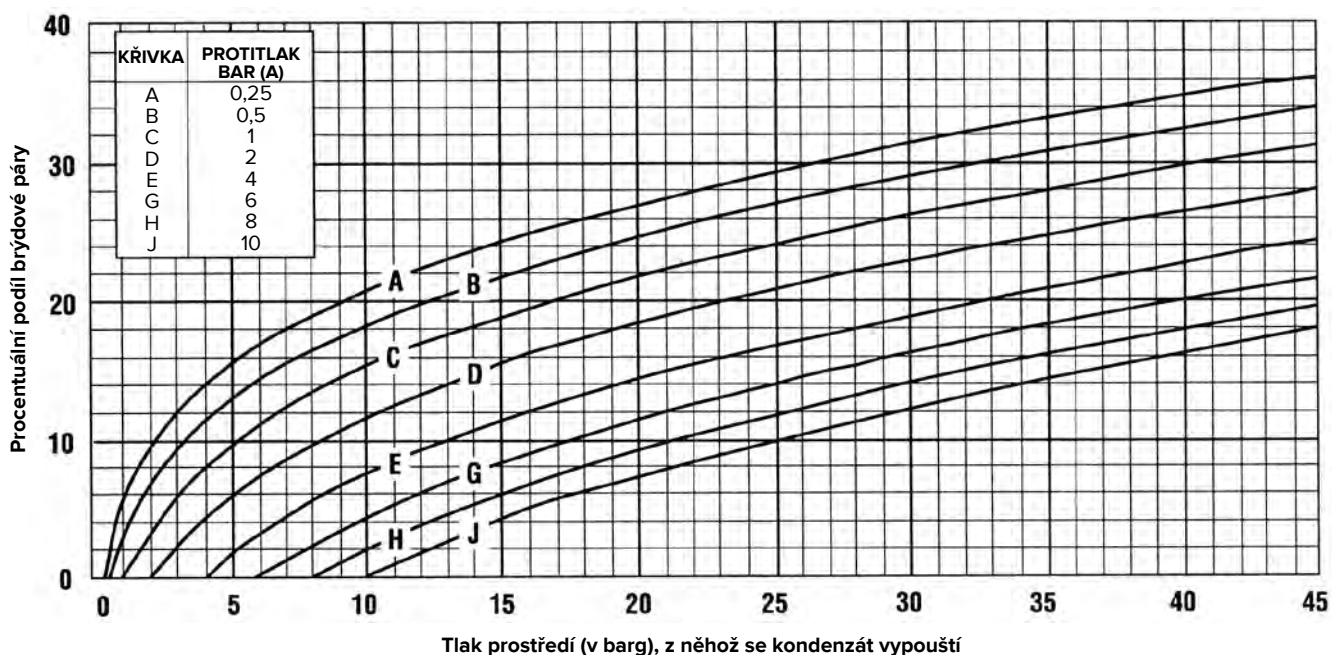
r = výparné teplo v páře při nižším tlaku prostředí, do něhož byl kondenzát vypuštěn.

$$\% \text{ brýdové páry} = \frac{762 - 417}{2257} \times 100 = 15,3\%$$

Graf CG-11-1 znázorňuje množství sekundární páry, které vznikne při vypuštění kondenzátu do prostředí s odlišným tlakem. **Další užitečné tabulky jsou uvedeny na straně CG-63 (Užitečné technické tabulky).**

KŘIVKA

Graf CG-11-1. Procentuální podíl brýdové páry vytvořené při vypuštění kondenzátu do prostředí s nižším tlakem.



Pára je neviditelný plyn, který vzniká zvyšováním tepelné energie vody v kotli. Aby se voda ohřála na bod varu, je nutné přivést dostatečné množství energie. Další energie bude poté (bez dalšího zvyšování teploty) přeměňovat vodu na páru.

Pára je vysoce účinné a snadno regulovatelné teplotnosné médium. Nejčastěji se používá k přenosu energie z ústředního zařízení (kotle) do libovolného počtu míst v provozech, kde se používá k ohřevu vzduchu, vody nebo k technologickým účelům.

Jak bylo řečeno, k přeměně vody na páru je potřeba další energie. Tato energie se neztratí, ale je uložena v páře, kterou je možné uvolnit pro ohřev vzduchu, vaření rajčat, žehlení kalhot nebo vysušení role papíru.

Teplo potřebné k přeměně vařící vody na páru se nazývá skupenská neboli výparné teplo. Jak vyplývá z parních tabulek, jeho množství je pro každou kombinaci tlaku a teploty jiné.

Pára při práci...

Jak lze využít teplo odevzdávané párou

Teplo proudí z prostředí s vyšší teplotou do prostředí s nižší teplotou. Tento proces se nazývá přestup tepla. Teplo vychází ze spalovací komory kotle a proudí kotleovými trubkami do vody. Když vyšší tlak v kotli vytlačuje páru ven, dochází k ohřevu trubek v rozvodném systému. Teplo přechází z páry stěnami trubek do chladnějšího okolního vzduchu. Při tomto přenosu tepla se část páry opět přemění na vodu. Proto se rozvodné potrubí obvykle izoluje, aby byly tyto ztráty a nežádoucí přenos tepla co nejmenší.

Když pára v systému dorazí do tepelného výměníku, situace se obrátí. Zde je přestup tepla z páry žádoucí. Teplo přechází do vzduchu v ohřívací vzduchu, do vody v ohřívací vody nebo do potravin ve varné nádobě. Tomuto přestupu tepla nesmí nic bránit.

Odvod kondenzátu...

Proč je potřeba

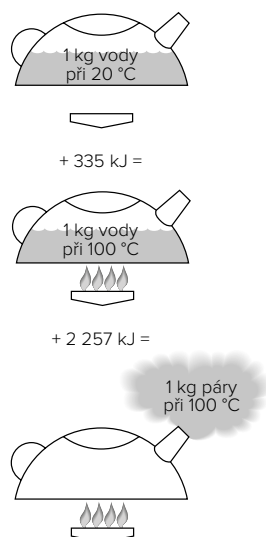
Kondenzát je vedlejší produkt přestupu tepla v parním systému. V rozvodném systému se tvoří z důvodu nevyhnutelného sálání. Tvoří se také v topných a technologických zařízeních následkem žádoucího přestupu tepla z páry do ohřívané látky. Jakmile pára zcondenzuje a předá své cenné výparné teplo, je nutné horký kondenzát ihned odvést pryč. Přestože je teplo obsažené v kilogramu kondenzátu vzhledem ke kilogramu páry zanedbatelné, kondenzát je stále cenná horká voda, kterou je potřeba vrátit do kotle.

Definice

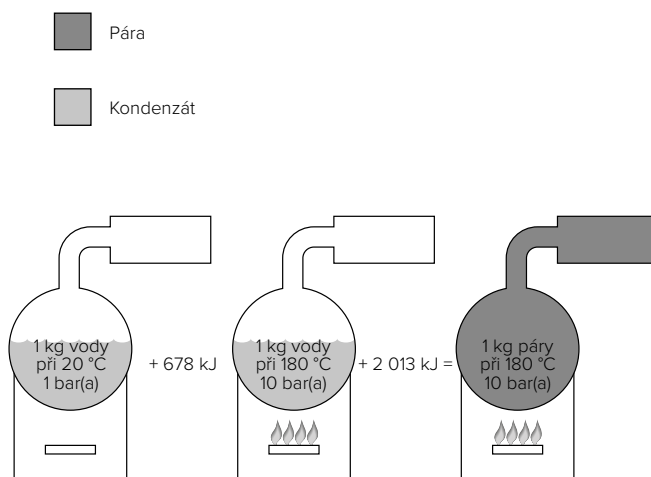
Kilojoule (kJ). 4,186 kJ – kilojoulů – je množství tepla potřebné k ohřátí jednoho kg studené vody o 1 °C. 4,186 kJ je také množství tepelné energie předané jedním kg vody ochlazené například z 20 °C na 19 °C.

Teplota. Míra velikosti tepla bez vlivu na dostupné množství tepelné energie.

Teplo. Část energie, která může být odevzdána bez vlivu na teplotu. Například 4,186 kJ, které ohřejí jeden kg vody z 10 °C na 11 °C, může pocházet z okolního vzduchu o teplotě 20 °C, nebo z plamene o teplotě 500 °C.



Obrázek CG-12-1. Tyto obrázky znázorňují, kolik tepla je potřeba k výrobě jednoho kg páry při atmosférickém tlaku. Všimněte si, že ohřev vody o každý stupeň až na teplotu varu je potřeba 4,186 kJ, ale že na přeměnu vody o teplotě 100 °C na páru o stejné teplotě je potřeba daleko větší množství energie.



Obrázek CG-12-2. Tyto obrázky znázorňují, kolik tepla je potřeba k výrobě jednoho kg páry o tlaku 10 bar(a). Všimněte si přidaného tepla a vyšší teploty potřebných k přivedení vody k varu při tlaku 10 bar(a) oproti atmosférickému tlaku. Dále si povšimněte nižšího množství tepla potřebného k přeměně vody na páru o vyšší teplotě.

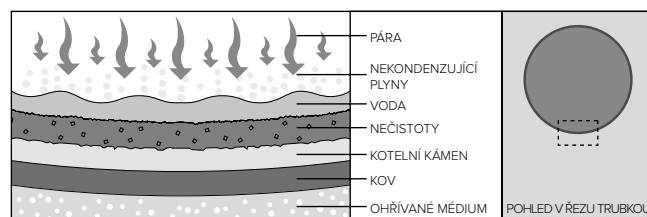
Pára – základní pojmy

Nutnost odvodňovat rozvodný systém. Kondenzát nacházející se ve spodní části parního potrubí může způsobovat parní rázy. Pára proudící nad kondenzátem rychlostí až 150 km/h vytváří „vlny“ (obr. CG-13-2). Pokud se vytvoří dostatečné množství kondenzátu, rychle proudící pára jej tlačí před sebou a vytvoří se tak nebezpečná vodní zátka, která se stále zvětšuje. Všechny prvky, které mění směr média – potrubní armatury, regulační ventily, T-kusy, kolena, zaslepovací příruby – se tak mohou poškodit. Kromě poškození těmito rázy může povrch armatur poškodit erozí voda proudící vysokou rychlostí.

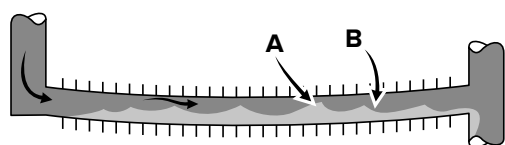
Nutnost odvodňovat teplosměnná zařízení. Když pára přijde do kontaktu s kondenzátem s teplotou nižší, než je teplota páry, může vzniknout další druh parního rázu, nazývaný tepelný ráz. Pára zabírá mnohem větší objem než kondenzát a když náhle zkondenzuje, může do systému vysílat rázové vlny. Tato forma parního rázu může zařízení poškodit a signalizuje, že kondenzát není odváděn ze systému.

Kondenzát vyskytující se v teplosměnném zařízení v něm zabírá prostor a zmenšuje jeho fyzickou velikost a kapacitu. Jeho rychlé odstranění umožní zaplnění zařízení parou (obr. CG-13-3). Když pára kondenzuje, na vnitřním povrchu tepelného výměníku se vytváří vrstvička vody. Nekondenzující plyny se na kapalinu nepřemění a samospádem odtékají pryč. Namísto toho se společně s nečistotami a kotelním kamenem shromažďují ve formě tenké vrstvičky na povrchu tepelného výměníku. To vše brání přestupu tepla. (Obr. CG-13-1)

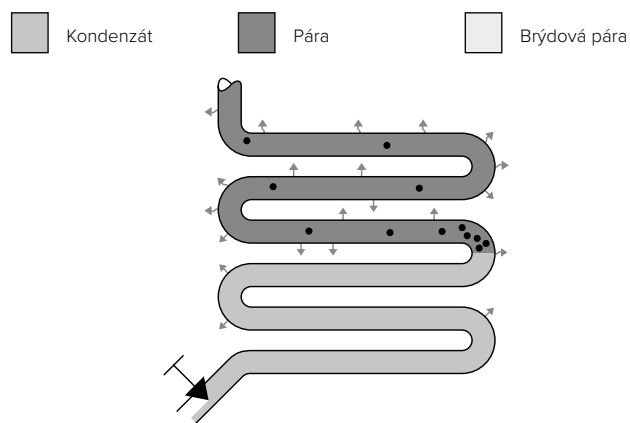
Nutnost odstraňovat vzduch a CO₂. Při najždění zařízení a v kotlové napájecí vodě je vždy přítomen vzduch. Napájecí voda může také obsahovat rozpuštěné uhličitany, z nichž se uvolňuje plynný oxid uhličitý. Rychlé proudění páry tlačí plyny ke stěnám tepelného výměníku, kde mohou bránit přestupu tepla. Odvod kondenzátu se tak komplikuje, protože je nutné tyto plyny odvést společně s kondenzátem.



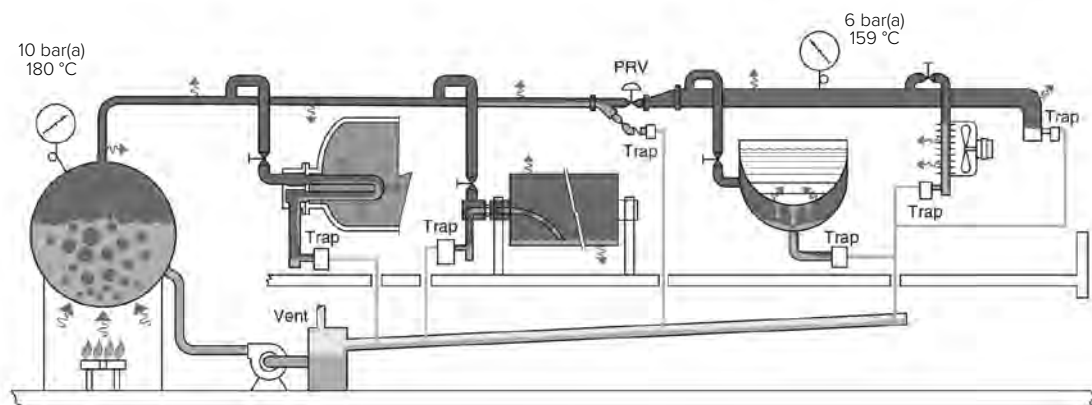
Obrázek CG-13-1. Možné překážky přestupu tepla: teplo a teplota páry musí tyto překážky překonat.



Obrázek CG-13-2. Pára proudící nad kondenzátem nahromaděným v potrubí vytváří vlnové proudění kondenzátu, které v bodě A blokuje průchod páry. Kondenzát v oblasti B vytváří tlakové diference, které vodní zátka doslova vystřelují.



Obrázek CG-13-3. Topný had zčásti zaplněný kondenzátem nepředává teplo s maximální účinností.



Obrázek CG-13-4. Pověšiměte si, že kondenzát vzniká v rozvodném systému vlivem sálání tepla, a proto je nutné v nejnižších bodech nebo před regulačními ventily instalovat odvaděče kondenzátu. Odvaděče kondenzátu mají v tepelných výměnících zásadní funkci, neboť zamezují riziku vzniku překážek přestupu tepla. Horký kondenzát se vrací přes odvaděče do kotle, kde je znovu využit.

Účinek vzduchu na teplotu páry

Vzduch a jiné plyny vstupující do parního systému zaberou část objemu, kterou by jinak zabírala pára. Teplota směsi páry se vzduchem je nižší než teplota čisté páry. Obrázek CG-14-1 vysvětluje účinky vzduchu v parních potrubích. Tabulka CG-14-1 a graf CG-14-1 znázorňují různé poklesy teploty způsobené vzduchem o různých koncentracích a tlacích.

Účinek vzduchu na přenos tepla

Normální proud páry vůči povrchu tepelného výměníku s sebou unáší vzduch a další plyny. Protože tyto nekondenzující plyny nekondenzují a neodtékají samospádem, mezi parou a povrchem tepelného výměníku vytvoří bariéru. Přestup tepla snižují vynikající izolační vlastnosti vzduchu. Za určitých podmínek může pouhá polovina objemového procenta vzduchu v páře snížit účinnost přestupu tepla o 50 % (obr. CG-15-1).

Když se nekondenzující plyny (zejména vzduch) dále hromadí a nejsou odstraňovány, mohou tepelný výměník postupně vyplnit a zcela zastavit průchod páry. Zařízení je pak zcela „zavzdušněné“.

Koroze

Kotelní kámen a koroze mají dvě hlavní příčiny – oxid uhličitý (CO₂) a kyslík (O₂). CO₂ vstupuje do systému ve formě uhličitánů rozpuštěných v napájecí vodě a po smísení s ochlazeným kondenzátem vzniká kyselina uhličitá. Extrémně korozivní kyselina uhličitá může potrubí a tepelné výměníky zcela rozrušit (obr. CG-15-2). Kyslík vstupuje do systému ve formě plynu rozpuštěného ve studené napájecí vodě. Zesiluje účinek kyseliny uhličitě, urychluje plošnou a důlkovou korozi železa a oceli (obr. CG-15-3).

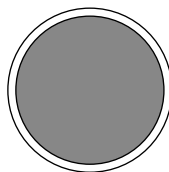
Eliminace nežádoucích vlivů

Stručně řečeno, odváděče kondenzátu musí odvádět kondenzát, protože snižuje přenos tepla a způsobuje parní rázy. Odváděče by měly odvádět vzduch a jiné nekondenzující plyny, protože mohou snižovat přenos tepla snížením teploty páry a izolováním systému. Mohou také podporovat destruktivní korozi. Kondenzát, vzduch a CO₂ je nezbytně kompletně a co nejrychleji odstranit. Tuto funkci vykonává odváděč kondenzátu, což je vlastně automatický ventil, který se otvírá při příchodu kondenzátu, vzduchu a CO₂, ale zavírá se při příchodu páry. Z ekonomických důvodů by odváděč kondenzátu měl tuto práci vykonávat co nejdéle s minimálním dohledem.

Tabulka CG-14-1. Snížení teploty působením vzduchu

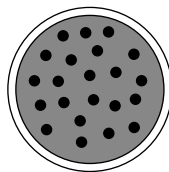
Tlak (bar(a))	Tepl. páry, bez vzduchu (°C)	Tepl. páry s různým podílem vzduchu (obj.) (°C)		
		10 %	20 %	30 %
2	120,2	116,7	113,0	110,0
4	143,6	140,0	135,5	131,1
6	158,8	154,5	150,3	145,1
8	170,4	165,9	161,3	155,9
10	179,9	175,4	170,4	165,0

Obrázek CG-14-1. Komora obsahující vzduch a páru poskytuje teplo pro částečný tlak páry, nikoli pro celkový tlak.

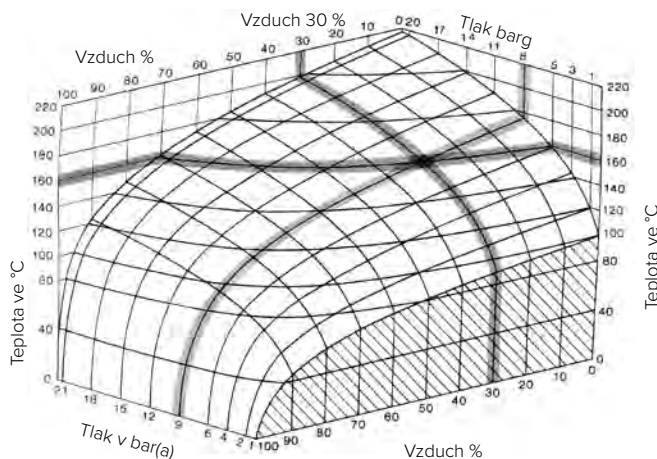


Parní komora –
Celkový tlak
Tlak páry 10 bar(a)
Teplota páry 180 °C

100 % páry
10 bar(a)



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



Graf CG-14-1. Směs vzduchu a páry

Snížení teploty způsobené různými podíly vzduchu o různých tlacích. Z tohoto grafu lze stanovit procentuální podíl vzduchu o známém tlaku a teplotě určením průsečíku křivek tlaku, teploty a objemové koncentrace vzduchu. Například uvažujme tlak v systému 9 bar(a) a teplotu ve výměníku 160 °C.

Z grafu určíme, že v páře je 30 objemových % vzduchu.

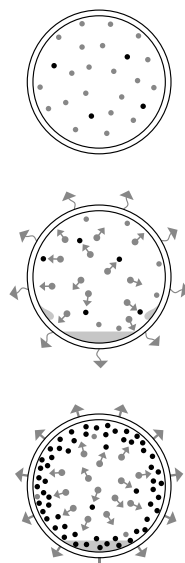
Pára – základní pojmy

Funkce odvaděče kondenzátu

Úkolem odvaděče kondenzátu je co nejrychleji odvádět nahromaděný kondenzát, vzduch a CO₂ ze systému. Pro maximální účinnost a hospodárnost provozu musí odvaděč kondenzátu také splňovat tyto podmínky:

- 1. Minimální ztráty páry.** Z tabulky CG-15-1 udává náklady na neřešené úniky páry.
- 2. Dlouhá životnost a spolehlivý provoz.** Rychlé opotřebení způsobuje nespolehlivost odvaděče kondenzátu. Účinný odvaděč šetří náklady minimalizací zkoušek, oprav, čištění, prostojů a souvisejících ztrát.
- 3. Odolnost proti korozi.** Pracovní části odvaděče musí být odolné proti korozi, aby mohly vzdorovat účinkům kondenzátu obsahujícího kyseliny nebo kyslík.
- 4. Odvod vzduchu.** Vzduch se v páře vyskytuje stále, ale zejména při najíždění. V zájmu účinného přestupu tepla a zamezení přítomnosti vzduchu v potrubí je provádět odvodušnění.
- 5. Odvod CO₂.** Odvádění CO₂ při teplotě páry brání tvorbě kyseliny uhličitě. Odvaděč kondenzátu proto musí pracovat při teplotě páry, neboť CO₂ se rozpouští v kondenzátu ochlazeném pod teplotu páry.
- 6. Provoz při protitlaku.** Tlakové zpětné potrubí bývá součástí návrhu, ale protitlak může vzniknout i neúmyslně. Odvaděč kondenzátu by měl být schopen pracovat při skutečném protitlaku ve zpětném systému.
- 7. Odolnost proti problémům s nečistotami.** Nečistoty jsou neustálým problémem, protože odvaděče jsou umístěny v nejnižších bodech parního systému. Kondenzát unáší nečistoty a vodní kámen v potrubí a z kotle přicházejí pevné částice. Erozní účinky mají i částice, které projdou sítkem filtru, a proto musí být odvaděč kondenzátu schopen pracovat i v přítomnosti nečistot.

Obrázek CG-15-1. Pára, která kondenzuje v teplosměnném zařízení, unáší vzduch k teplosměnnému povrchu, kde se shromažďuje a vytváří izolační vrstvu.



■ Kondenzát

■ Pára

Odvaděč kondenzátu, který nespňuje všechny tyto požadavky na provoz a konstrukci, bude snižovat účinnost systému a zvyšovat náklady. Když odvaděč všechny tyto požadavky splňuje, systém může mít tyto vlastnosti:

1. rychlý ohřev zařízení pro přenos tepla,
2. maximální teplota zařízení pro zvýšení přestupu tepla páry,
3. maximální kapacita zařízení,
4. maximální úspory paliva,
5. nižší pracovní náklady na výstupní jednotku,
6. minimální údržba, dlouhá životnost a bezporuchový provoz.

V některých situacích může být nutné použít odvaděč kondenzátu bez těchto konstrukčních vlastností, ale v převážné většině aplikací dosahují nejlepších výsledků odvaděče, které splňují všechny tyto požadavky.



Obrázek CG-15-2. Plynný CO₂ smíšený s kondenzátem má teplotu nižší než pára, takže vzniká kyselina uhličitá narušující trubky a teplosměnná zařízení. Na trubce si povšimnete drážky zcela zničené korozi.



Obrázek CG-15-3. Kyslík v systému urychluje korozi (oxidaci) trubek a způsobuje důlkovou korozi (na obrázku).

Obr. CG-15-2 a CG-15-3 se svolením Dearborn Chemical Company, USA.

Tabulka CG-15-1. Náklady na různá množství úniků páry při tlaku 7 barg (za předpokladu nákladů 10,00 EUR na tunu vyrobené páry)

Velikost orificu (in)	Parní ztráty v tunách za měsíc	Celkové náklady za měsíc (EUR)	Celkové náklady za rok (EUR)
1/2"	379,5	3 795	45 540
7/16"	289,5	2 895	34 740
3/8"	213,6	2 136	25 632
5/16"	147,7	1 477	17 724
1/4"	95,4	954	11 448
3/16"	53,2	532	6 384
1/8"	23,8	238	2 856

Hodnoty ztráty páry předpokládají čistou, suchou páru procházející přes orificu s ostrou hranou do prostředí s atmosférickým tlakem bez výskytu kondenzátu. Kondenzát by normálně tyto ztráty snížil vlivem účinku vývinu brýdové páry při poklesu tlaku.

Zvonový odvaděč kondenzátu Armstrong je mechanický odvaděč, který pracuje na principu rozdílných hustot páry a kondenzátu. Viz obr. CG-16-1. Pára vstupující do obráceného ponořeného zvonu odvaděče způsobí jeho stoupání a následně zavření výpustního ventilu. Kondenzát vstupující do odvaděče změní hmotnost zvonu a způsobí jeho klesání. Přitom se otevře ventil pro vypuštění kondenzátu z odvaděče. Zvonový odvaděč na rozdíl od jiných mechanických odvaděčů také průběžně odvádí vzduch a oxid uhličitý při teplotě páry.

Tento jednoduchý princip odvádění kondenzátu společnost Armstrong vyvinula v roce 1911. Díky mnohaletému zlepšování materiálů a technik výroby zvonové odvaděče kondenzátu Armstrong v podstatě nemají konkurenci co do provozní účinnosti, spolehlivosti a životnosti.

Dlouhá životnost a vysoká energetická účinnost

Srdcem zvonového odvaděče kondenzátu je unikátní pákový mechanismus, který násobí sílu zvonu na otevření ventilu proti působícímu tlaku. Mechanismus neobsahuje žádné čepy podléhající opotřebení nebo způsobující tření. Je navržen tak, aby se výtokový orifice otvíral s maximální kapacitou. Vzhledem k tomu, že je zvon ve spodní části otevřený, nedochází k jeho poškozování vlivem parního rázu. Místa podléhající opotřebení jsou v zájmu dlouhé životnosti zesílena.

Zvonový odvaděč kondenzátu Armstrong spoří energii, i když je opotřebovaný. Postupné opotřebování mírně zvětšuje průměr sedla a mění tvar a průměr ventilu (orifice). Když to však nastane, koule se prostě usadí hlouběji a stále dokonale těsní.

Spolehlivý provoz

Zvonový odvaděč kondenzátu Armstrong je vysoce spolehlivý díky své konstrukci, která v podstatě neumožňuje zanášení. Povšimněte si, že ventil se sedlem se nacházejí v horní části odvaděče. Větší částice nečistot padají na dno, kde jsou rozmělnovány zvedáním a klesáním zvonu. Protože je ventil zvonu buďto zavřený nebo zcela otevřený, částice nečistot mohou volně procházet. Rychlým prouděním kondenzátu pod okrajem zvonu vzniká unikátní samočisticí účinek, který nečistoty vypuzuje z odvaděče. Zvon má jen dvě pohyblivé části – sestavu páky ventilu a vlastní zvon. Nejsou zde tedy žádné pevné čepy a složitá spojení a nedochází k žádnému zadírání, zanášení či ucpávání.

Korozivzdorné součásti

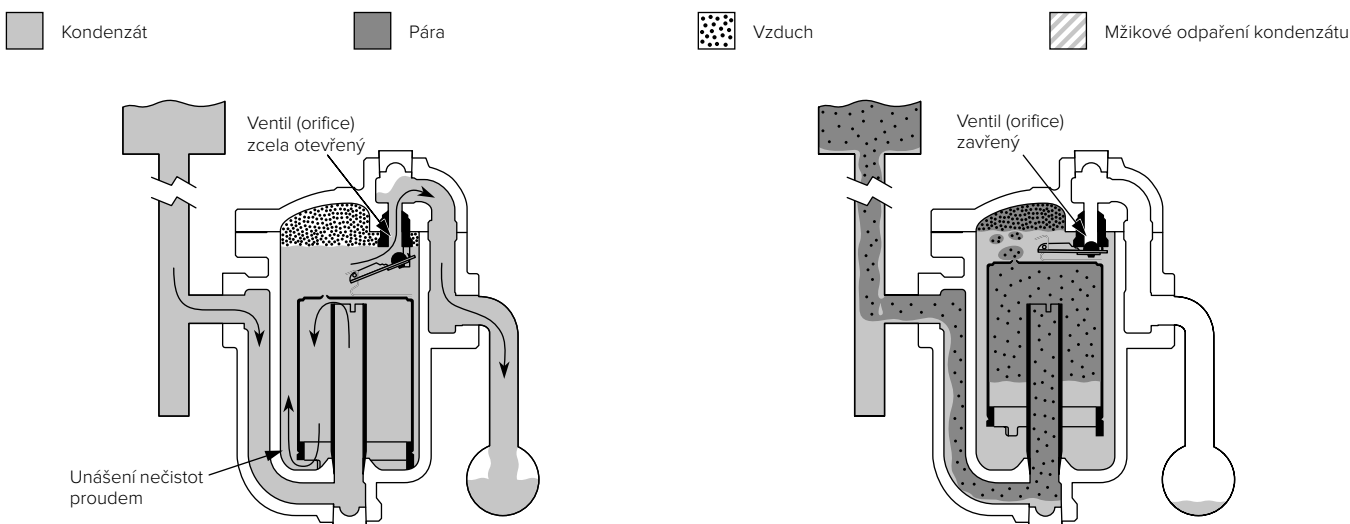
Ventil a sedlo zvonových odvaděčů kondenzátu Armstrong jsou z broušené a lapované chromové nerezové oceli. Všechny ostatní pracovní části jsou z nerezové oceli odolné proti opotřebení a korozi.

Provoz při vysokém protitlaku

Vysoký tlak ve vypouštěcím potrubí prostě sníží diferencii na ventilu (orifice). Jak se hodnota protitlaku přibližuje hodnotě vstupního tlaku, odvod kondenzátu je plynulý, jako je tomu u velmi malých tlakových diferencii.

Protitlak nemá jiný nežádoucí vliv na činnost zvonového odvaděče, než je jeho snížená kapacita kvůli malé tlakové diferencii. Zvon k otevření ventilu prostě potřebuje menší sílu a odvaděč se bude cyklicky otvírat a zavírat.

Obrázek CG-16-1. Činnost zvonového odvaděče kondenzátu (při téměř maximálním tlaku)



1. Odvaděč kondenzátu je instalován ve výtokovém potrubí mezi vytápěným zařízením a sběračem kondenzátu. Na začátku cyklu je zvon v dolní poloze a ventil je zcela otevřený. Když kondenzát zaplaví odvaděč a nateče pod zvon, vyplní těleso odvaděče a zvon se zcela ponoří. Kondenzát pak vyteče zcela otevřeným ventilem do sběrače.

2. Pod okraj zvonu v odvaděči se dostává i pára, která zde stoupá, shromažďuje se v horní části a vyvolává vztlak. Zvon poté také stoupá a zvedá ventil do sedla, dokud se ventil zcela nezavře. Vzduch a oxid uhličitý procházejí odvodu vzdušným otvorem ve zvonu a shromažďují se v horní části odvaděče. Pára procházející odvodu vzdušným otvorem kondenzuje vlivem sálání z odvaděče.

Zvonový odvaděč kondenzátu

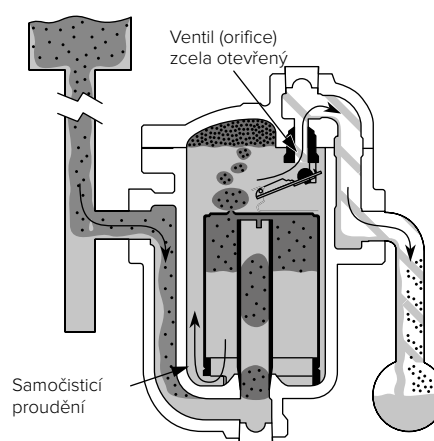
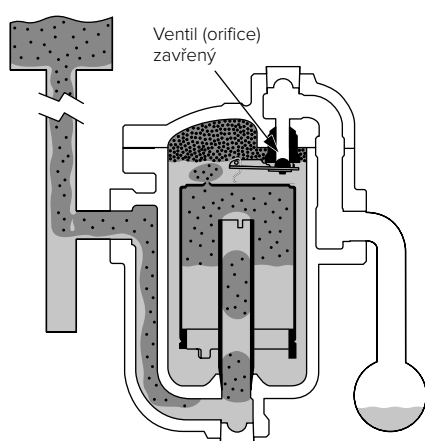
Typy zvonových odvaděčů kondenzátu Armstrong splňujících specifické požadavky

Zvonové odvaděče kondenzátu jsou k dispozici v různých materiálech, konfiguracích potrubí a dalších volitelných parametrech, což umožňuje flexibilitu při výběru správného odvaděče pro konkrétní požadavky. Viz tabulka CG-17-1.

- 1. Celonerezové odvaděče kondenzátu.** Tyto odvaděče díky svému těsnému a robustnímu nerezovému tělesu odolávají poškození vlivem zamrznutí. Instalují se do otopového potrubí, venkovních kalníků a jiných instalací, které mohou zamrznout. Pro tlaky do 45 barg a teploty do 427 °C.
- 2. Litinové odvaděče kondenzátu.** Standardní zvonové odvaděče kondenzátu pro běžný provoz při tlaku do 17 barg a teplotě do 232 °C. Dodávají se s připojením po stranách, postranními připojovacími otvory se zabudovaným filtrem, spodním vstupním otvorem a horním výstupním otvorem.
- 3. Odvaděče kondenzátu z kované oceli.** Standardní zvonové odvaděče kondenzátu pro provoz při vysokém tlaku do 186 barg a vysoké teplotě 560 °C (včetně přehřáté páry).
- 4. Odvaděče kondenzátu z nerezové ocelolitiny.** Standardní zvonové odvaděče kondenzátu pro velké kapacity a korozivní prostředí. Opravitelné. Pro tlaky do 47 barg a teploty do 263 °C.

Tabulka CG-17-1. Typické návrhové parametry zvonových odvaděčů kondenzátu

Materiál tělesa a víka	Litina	Nerezová ocel	Kovaná ocel	Ocelolitina	Nerezová ocelolitina
Připojení (mm)	15–65	15–25	15–50	15–25	15–50
Typ připojení	Závitové, přírubové	Závitové, přivařovací nebo přírubové	Závitové, přivařovací nebo přírubové	Závitové, přivařovací nebo přírubové	Závitové, přivařovací nebo přírubové
Provozní tlak (barg)	0 až 17	0 až 45	0 až 180	0 až 40	0 až 47
Kapacita (kg/h)	Do 9 500	Do 2 000	Do 9 500	Do 2 000	Do 9 500



3. Když kondenzát začne zaplňovat zvon, zvon začne vyvíjet tahovou sílu na páku. Se stoupající hladinou kondenzátu se síla zvyšuje, dokud neotevře ventil proti diferenčnímu tlaku.

4. Když se ventil začne otvírat, tlak na ventil se snižuje. Zvon poté rychle klesne a ventil se zcela otevře. Nejprve je vypuštěn nahromaděný vzduch a poté kondenzát. Proudění pod okrajem zvonu unáší nečistoty a odvádí je z odvaděče. Vypouštění pokračuje, dokud další pára nezvedne zvon a celý cyklus se znovu opakuje.

Plovákový a termostatický (F&T) odvaděč kondenzátu je mechanický odvaděč, který pracuje na principu rozdílu hustoty a teploty. Plovákový ventil pracuje na principu rozdílných hustot: páka připojuje kulový plovák k ventilu a sedlu. Jakmile kondenzát dosáhne určité výšky v odvaděči, plovák se zvedne, orifice se otevře a kondenzát se vypustí. Vodní uzávěr vytvořený kondenzátem brání ztrátám ostré páry.

Protože je výpustný ventil pod vodou, nemůže vypouštět vzduch a nekondenzující plyny. Když nahromadění vzduchu a nekondenzujících plynů vyvolá výrazný pokles teploty, termostatický odvodušňovací ventil v horní části odvaděče tyto plyny vypustí. Termostatický odvodušňovací ventil se otevírá při teplotě o několik stupňů nižší, než je teplota syté páry, a proto zvládne velké objemy vzduchu – přes zcela oddělený orifice – ale při o něco nižší teplotě.

F&T odvaděče Armstrong zajišťují odvod velkého množství vzduchu, ihned reagují na kondenzát a jsou vhodné pro průmyslové použití a do vytápěcích, ventilačních a klimatizačních systémů.

Spolehlivý provoz při modulaci tlaku páry

Modulace tlaku páry znamená, že tlak v odvodňovaném teplosměnném zařízení se může měnit od maximálního přívodního tlaku páry až po vakuum (za určitých podmínek). Za podmínek nulového tlaku může kondenzát z odvaděče vytlačovat jen gravitační síla. Za těchto podmínek nízkého tlaku páry se rovněž může uvolňovat značné množství vzduchu. Účinný provoz F&T odvaděče všechny tyto speciální požadavky splňuje.

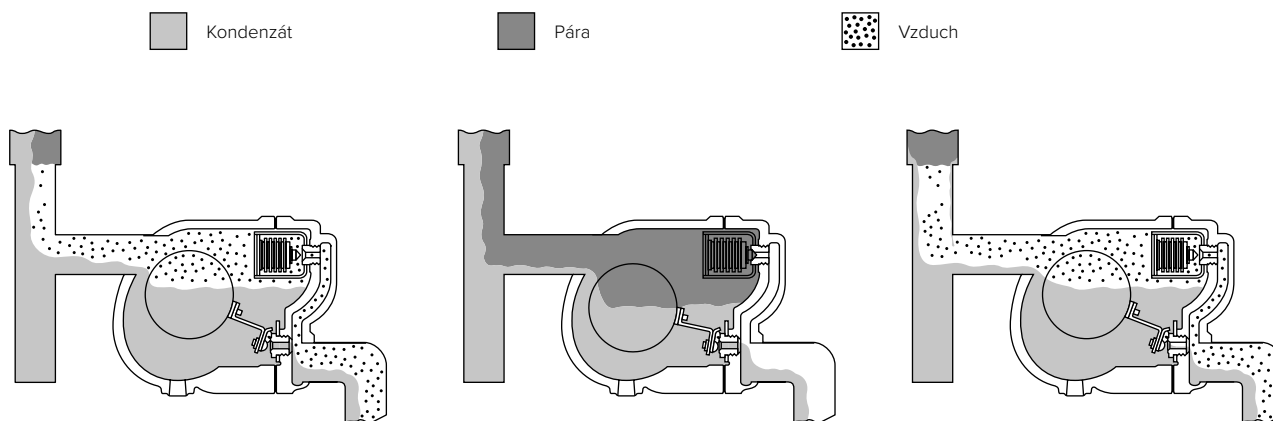
Provoz při protitlaku

Protitlak nemá jiný nežádoucí vliv na činnost plovákového a termostatického odvaděče, než je jeho snížená kapacita vlivem malé diference. Odvaděč se spolehlivě zavírá a nevypouští páru působením vysokého protitlaku.

Tabulka CG-18-1. Typické návrhové parametry plovákových a termostatických odvaděčů kondenzátu

Materiál tělesa a víka	Litina	Ocelolitina
Připojení (mm)	15–80	15–80
Typ připojení	Závitové nebo přírubové	Závitové, přivařovací nebo přírubové
Provozní tlak (barg)	0 až 17	0 až 32
Kapacita (kg/h)	Do 94 000	Do 170 000

Obrázek CG-18-1. Činnost F&T odvaděče kondenzátu



1. Na začátku cyklu nízký tlak v systému vytlačí vzduch termostatickým odvodušňovacím ventilem ven. Po odvodušňování do odvaděče obvykle vnikne velké množství kondenzátu, který zvedne plovák a otevře hlavní ventil. Otevřeným odvodušňovacím ventilem uniká zbývající vzduch.

2. Když se do odvaděče dostane pára, termostatický odvodušňovací ventil v důsledku zvýšené teploty zavře. Kondenzát se stále vypouští hlavním ventilem, jehož polohu nastavuje plovák tak, aby vypouštěl kondenzát stejnou rychlostí, jakou proudí do odvaděče.

3. Vzduch se hromadí v odvaděči a teplota klesá pod teplotu syté páry. Termostatický odvodušňovací ventil vyrovnávající tlak se otevře a vypustí vzduch.

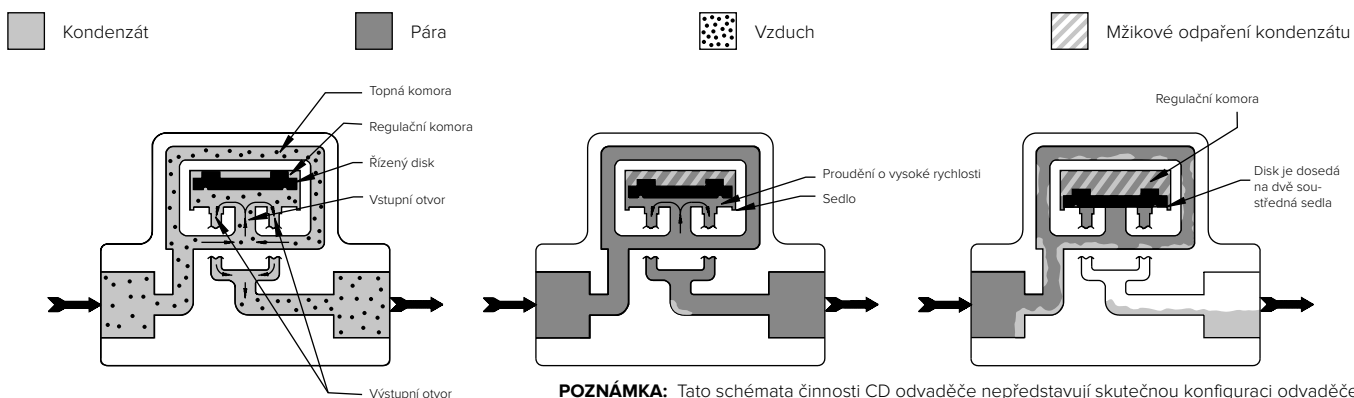
POZNÁMKA: Tato schémata činnosti F&T odvaděče nepředstavují skutečnou konfiguraci odvaděče.

Termodynamický odvaděč kondenzátu s řízeným diskem je zařízení pracující s časovým zpožděním, které funguje na principu rozdílů rychlosti. Obsahuje jen jednu pohyblivou část, vlastní disk. Protože je velmi lehký a kompaktní, CD odvaděč je vhodný pro použití v omezeném prostoru. Termodynamický odvaděč kromě jednoduché činnosti a malých rozměrů nabízí další výhody, například odolnost vůči hydraulickému rázu, kompletní vypuštění kondenzátu v otevřené poloze a přerušovaný chod podporující samočisticí funkci.

Unikátní topná komora

Unikátní topná komora v odvaděčích Armstrong s řízeným diskem obklopuje těleso disku a regulační komoru. Kontrolované odpuštění z komory do výstupního otvoru odvaděče reguluje frekvenci cyklu. To znamená, že frekvence cyklu závisí na konstrukci odvaděče a nikoli na okolních podmínkách. Bez tohoto regulačního prvku by frekvencí cyklu odvaděče narušoval déšť, sníh a chladné okolní podmínky.

Obrázek CG-19-1. Činnost termodynamických odvaděčů kondenzátu s řízeným diskem



1. Na začátku cyklu prochází kondenzát a vzduch vstupující do odvaděče topnou komorou kolem regulační komory a vstupním orificem. Toto proudění zvedne disk ze vstupního orificem a kondenzát proudí do výstupních otvorů.

2. Pára vstupuje vstupním otvorem a proudí pod řízený disk. Rychlost proudění kolem řízeného disku se zvyšuje, způsobí pokles tlaku, který zatlačí disk do sedla.

3. Disk při zavírání dosedá na dvě soustředná sedla, vstupní otvor se zavírá a zavírá se průchod páry a kondenzátu nad diskem. Pára řízeně proudí z regulační komory; mžikové odpaření kondenzátu umožňuje zachovat tlak v regulační komoře. Když tlak nad diskem poklesne, tlak na vstupu disk zvedne ze sedla. Přítomný kondenzát se vypustí a cyklus se znovu opakuje.

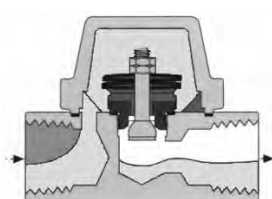
Tabulka CG-19-1. Typické návrhové parametry termodynamického odvaděče kondenzátu s řízeným diskem

Materiál tělesa a víka	Uhlíková ocel	Nerezová ocel
Připojení (mm)	10–25	15–25
Typ připojení	Závitové, přivařovací nebo přírubové	Závitové nebo přírubové
Provozní tlak (barg)	0 až 41	0 až 41
Kapacita (kg/h)	Do 1300	Do 1150

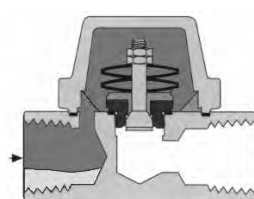
Bimetalový odvaděč kondenzátu

Bimetalový odvaděč kondenzátu pracuje na principu rozdílů teploty, využívá dvou částí bimetalu s rozdílným součinitelem tepelné roztažnosti. V chladném prostředí jsou obě části bimetalu rovné. Když se teplota začne zvyšovat, tyto části se roztáhnou rozdílně, takže se bimetal zakříví. Dílek připojený k těmto částem pohybuje ventilem do otevřené nebo zavřené polohy.

Obrázek CG-19-2. Činnost bimetalového odvaděče kondenzátu



1. Na začátku cyklu je teplota nízká a části bimetalu jsou rovné. Ventil se otevře a kondenzát a vzduch odcházejí z odvaděče.



2. Když se do odvaděče dostane pára, teplota se zvýší a části bimetalu se roztáhnou. Ventil se zavře a odvaděč přestane vypouštět kondenzát, dokud se nenahromadí dostatek podchlazeného kondenzátu a teplota se nesníží.

Tabulka CG-19-2. Typické návrhové parametry bimetalových odvaděčů kondenzátu

Materiál tělesa a víka	Uhlíková ocel a nerezová ocel
Připojení (mm)	15–20
Typ připojení	Závitové, přivařovací nebo přírubové
Provozní tlak (barg)	0 až 24
Kapacita (kg/h)	Do 1200

Termostatické odvaděče kondenzátu Armstrong se dodávají s tlakově vyváženým vlnovcovým nebo membránovým prvkem a vyrábí se v celé řadě materiálů včetně nerezové oceli, uhlíkové oceli a bronzu. Tyto odvaděče kondenzátu se používají v aplikacích s velmi malým množstvím kondenzátu.

Termostatický provoz

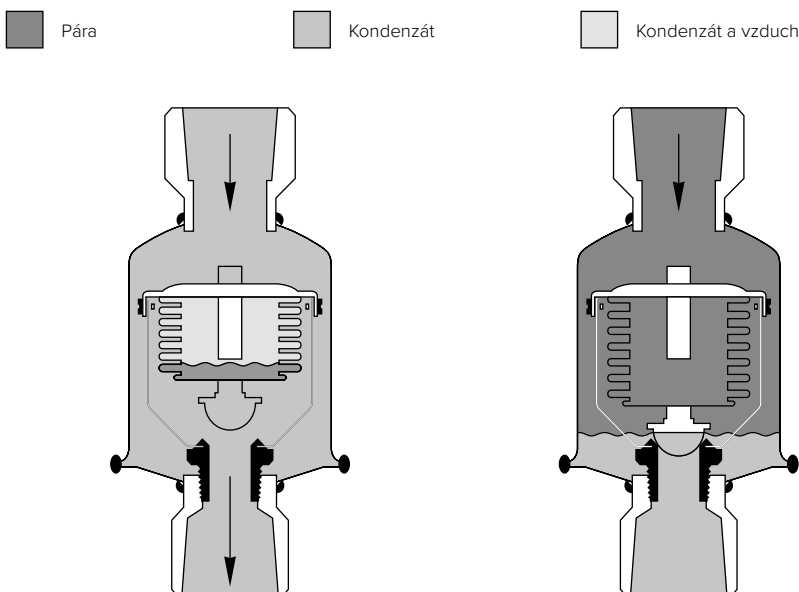
Termostatické odvaděče kondenzátu pracují na principu rozdílu teplot mezi parou a ochlazeným kondenzátem a vzduchem. Pára zvýší tlak uvnitř termostatického prvku, takže se odvaděč zavře. Po vstupu kondenzátu a nekondenzujících plynů do ochlazené části začne teplota klesat, termostatický prvek se smrští a otevře ventil. Množství odvedeného kondenzátu závisí na podmínkách zatížení, tlaku páry a velikosti potrubí. Je třeba uvést, že nekondenzující plyny se mohou nahromadit i za kondenzátem.

Tabulka CG-20-1. Typické návrhové parametry termostatických odvaděčů kondenzátu

	Tlakově vyvážený vlnovec		Tlakově vyvážená membrána		
	Nerezová ocel	Bronz	Nerezová ocel	Uhlíková ocel	Bronz
Materiál tělesa a víka	Nerezová ocel	Bronz	Nerezová ocel	Uhlíková ocel	Bronz
Připojení	15–20	15–20	10–25	15–20	15–25
Typ připojení	Závitové, přivařovací	Závitové, rovné, úhlové	Závitové, přivařovací	Závitové, přivařovací	Závitové, rovné, úhlové
Provozní tlak (barg)	0–20	0–3	0–27	0–40	0–4
Kapacita (kg/h)	Do 1600	Do 750	Do 30	Do 40	Do 450

POZNÁMKA: Termostatické odvaděče lze také použít k odvádění vzduchu z parního systému. Při nahromadění vzduchu poklesne teplota a termostatický odvzdušňovací ventil automaticky vypustí vzduch, který je nepatrně chladnější než pára, a to v celém rozsahu pracovních tlaků.

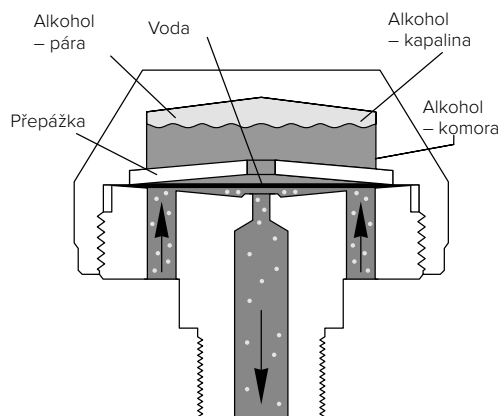
Obrázek CG-20-1. Činnost termostatického odvaděče kondenzátu



1. Na začátku cyklu jsou kondenzát a vzduch tlačeny odvaděčem před parou. Termostatický vlnovcový prvek se zcela smrští a ventil zůstane zcela otevřený, dokud pára nevstoupí do odvaděče.

2. Když se zvýší teplota uvnitř odvaděče, stlačený vlnovec se rychle ohřeje a tím se zvýší tlak par uvnitř něj. Když se tlak ve vlnovci vyrovná se systémovým tlakem v tělese odvaděče, vlnovec se pružně roztáhne a ventil se zavře. Když teplota v odvaděči klesne o několik stupňů pod teplotu syté páry, nerovnováha tlaku stlačí vlnovec a ventil se otevře.

Obrázek CG-20-2. Činnost termostatické membrány



Činnost tlakově vyvážené termostatické membrány se velmi podobá činnosti tlakově vyváženého vlnovce popsaného na obr. CG-20-1. Membrána je částečně vyplněna kapalinou. Když se zvýší teplota uvnitř odvaděče, stlačený vlnovec se rychle ohřeje a tím se zvýší tlak par uvnitř něj. Když tlak uvnitř membrány překročí tlak okolní páry, membrána je přitlačena na sedlo ventilu a odvaděč kondenzátu se zavře. Teplotní pokles způsobený kondenzátem nebo nekondenzujícími plyny snižuje tlak uvnitř membrány, která se oddálí od sedla.

Automatický diferenční regulátor kondenzátu

Automatické diferenční regulátory kondenzátu (DC) Armstrong jsou vhodné pro aplikace, v nichž je nutné kondenzát vyzvednout z místa odvodnění, nebo při gravitačním odvodňování, kterému napomáhá vyšší rychlost.

Vyzvednutí kondenzátu z místa odvodnění, často nazývané sifonové odvodnění, snižuje tlak kondenzátu, takže se jeho část mžikově přemění na páru. Protože běžné odvaděče kondenzátu nedokážou rozlišit brýdovou páru a ostrou páru, zavřou se a znemožní odvodnění.

Zvýšená rychlost při gravitačním odvodňování napomůže odvodu kondenzátu a vzduchu do diferenčního regulátoru. Tuto zvýšenou rychlost vyvolává vnitřní parní obtok regulovaný ručním odměřovacím ventilem. Regulátor kondenzátu tak automaticky odzdušňuje obtokovou nebo sekundární páru. Ta se pak shromažďuje pro použití v dalších tepelných výměnících nebo se vypustí do potrubí vratného kondenzátu.

Kapacitní poměry odvodňovacího zařízení se značně liší podle konkrétního způsobu použití, ale pro většinu aplikací bude mít jeden regulátor kondenzátu dostatečnou kapacitu.

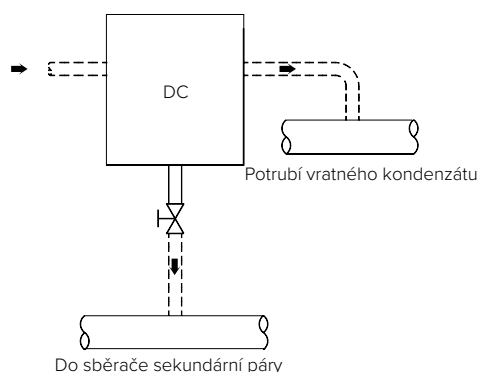
Činnost regulátoru kondenzátu

Do vstupního otvoru v regulátoru vstupuje kondenzát, vzduch a pára (ostrá i brýdová). V tomto okamžiku se brýdová pára a vzduch automaticky oddělí od kondenzátu. Řízenou rychlostí jsou pak odvedeny do zabudovaného obtoku, kde vzniká sekundární pára (viz obr. CG-21-2).

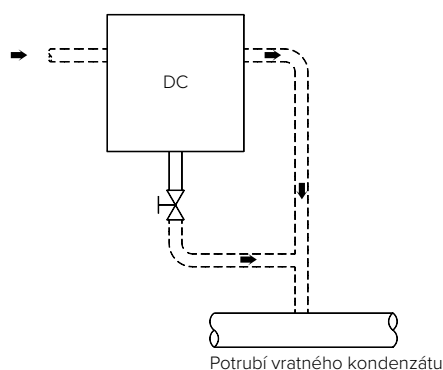
Ventil je nastavitelný tak, aby se přizpůsobil množství brýdové páry za plného provozu nebo vyhovoval požadavkům systému na rychlost. Kondenzát je odváděn samostatným orificem, který je řízen zvonem.

Vzhledem ke dvojí konstrukci orificu je pro systém sekundární páry přednastavená řízená tlaková diference, kdežto maximální tlaková diference slouží k vypouštění kondenzátu.

Obrázek CG-21-1.



Pro nejúčinnější využití energie páry společnost Armstrong doporučuje toto uspořádání potrubí se shromažďováním a opětovným použitím sekundární páry v zařízení pro přenos tepla.

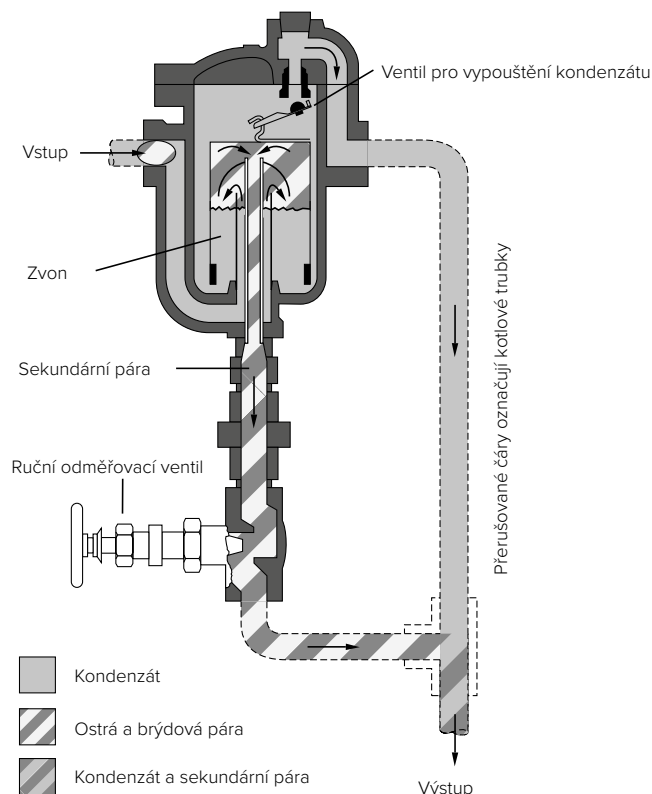


Uspořádání potrubí s odvodem a vypouštěním brýdové páry a nekondenzujících plynů přímo do potrubí vratného kondenzátu.

Tabulka CG-21-1. Typické návrhové parametry automatického diferenčního regulátoru kondenzátu

Materiál tělesa a víka	Litina	Ocel
Připojení (mm)	15–50	15–80
Typ připojení	Závitové nebo přírubové	Závitové nebo přírubové
Provozní tlak (barg)	0 až 19	0 až 41
Kapacita (kg/h)	Do 94 000	Do 170 000

Obrázek CG-21-2. Činnost regulátoru kondenzátu



Abychom získali všechny výhody odvaděčů kondenzátu popsané v předchozí části, je nutné vybrat odvaděče správné velikosti a tlaku pro danou aplikaci a správně je instalovat a udržovat. Jedním z účelů této části je poskytnout informace pro správný výběr. Vlastní instalaci a obsluhu zařízení pro odvod kondenzátu smí provádět pouze pracovníci s příslušnými zkušenostmi. Výběr nebo instalace musí být vždy doprovázeny kompetentní technickou podporou či poradenstvím. Informace v této části nelze považovat za náhradu takové technické podpory nebo poradenství. Další informace obdržíte od společnosti Armstrong nebo jejího místního zástupce.

Základní úvahy

Odvodnění zařízení je použití samostatného odvaděče kondenzátu na zařízení s kondenzací páry se samostatnou komorou nebo hadem pro každé zařízení zvlášť, je-li to možné. V diskusi v části nazvané „Tepelný zkrat“ jsou objasněny důvody, proč použít jednotkový odvod a nikoli skupinový odvod.

Spolehejte na zkušenosti. Odvaděče kondenzátu vybírejte podle zkušeností – buďte svých, nebo využijte znalostí zástupce společnosti Armstrong, případně zkušeností ostatních s odvodem kondenzátu u podobného zařízení.

Odvaděče kondenzátu můžete snadno navrhnout pokud znáte nebo můžete vypočítat:

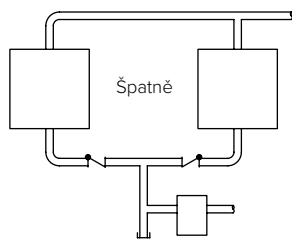
1. průtok kondenzátu v kg/h,
2. bezpečnostní součinitel,
3. diferenční tlak,
4. maximální dovolený tlak.

1. Průtok kondenzátu. Každá část tohoto oddílu nazvaná „Jak odvodňovat“ obsahuje vzorce a užitečné informace o rychlosti kondenzace páry a postupy pro správný návrh rozměrů.

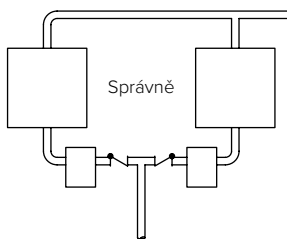
2. Bezpečnostní součinitel nebo kvalifikační součinitel. Uživatelé zjistili, že při dimenzování odvaděčů kondenzátu musí obvykle použít bezpečnostní součinitel. Například v otopném hadu s kondenzací 300 kg/h může být pro nejlepší celkový výkon potřeba odvaděč kondenzátu, který zvládne až 900 kg/h. Tento bezpečnostní součinitel 3:1 pokrývá odlišné rychlosti kondenzace, občasné poklesy tlakové difference a aspekty konstrukce systému.

Hodnoty bezpečnostního součinitele se mohou pohybovat od 1,5:1 do 10:1. Bezpečnostní součinitele uvedené v této knize vycházejí z mnohaletých zkušeností uživatelů.

Na bezpečnostní součinitel má vliv konfigurace. Důležitější než obvyklé množství kondenzátu a tlakové změny je konstrukční řešení vlastního parního zařízení. Na obr. CG-22-3, CG-22-4 a CG-22-5 jsou znázorněny tři kondenzační jednotky. V každé vzniká 300 kg kondenzátu za hodinu, ale mají rozdílné bezpečnostní součinitele 2:1, 3:1 a 8:1.



Obrázek CG-22-1. Skupinové odvodnění: dvě parní zařízení odvodňovaná jedním odvaděčem kondenzátu – hrozí nebezpečí tepelného zkratu.

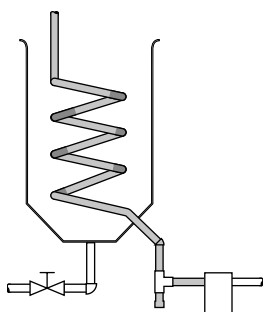


Obrázek CG-22-2. Je-li každé zařízení vybaveno vlastním odvaděčem, tepelný zkrat nemůže nastat. Je zajištěna vyšší účinnost.

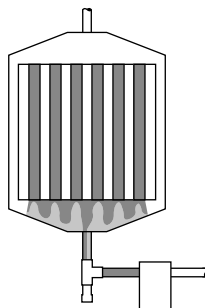
Tepelný zkrat

Pokud je jeden odvaděč kondenzátu připojen k několika odvodňovaným bodům, kondenzát a vzduch z některých zařízení se nemusí k odvaděči dostat. Případný rozdíl v rychlosti kondenzace způsobí rozdílný pokles tlaku páry. Rozdílný tlakový pokles, který je tak malý, že jej manometr nezaznamená, stačí k tomu, aby pára ze zařízení s vyšším tlakem zablokovala průtok vzduchu nebo kondenzátu ze zařízení s nižším tlakem. Výsledkem je menší ohřev, výkon a plýtvání palivem (viz obr CG-22-1 a CG-22-2).

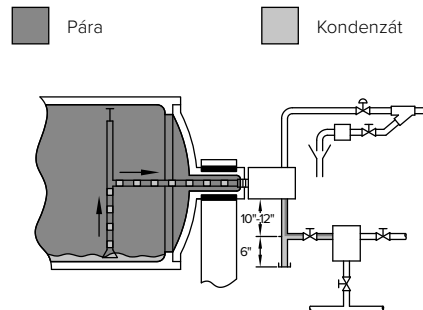
Stejně rychlosti kondenzace, stejný tlak, různé bezpečnostní součinitele



Obrázek CG-22-3. Souvislý topný had, konstantní gravitační průtok k odvaděči kondenzátu. 300 kg/h kondenzátu z jednoho měděného hadu při tlaku 3 barg. Gravitační odvodnění k odvaděči. Objem parního prostoru je velmi malý. Bezpečnostní součinitel 2:1.



Obrázek CG-22-4. Několik trubek, gravitační průtok k odvaděči kondenzátu s modulovaným tlakem. 300 kg/h kondenzátu z topného agregátu při tlaku 5 barg. Při použití několika trubek hrozí menší riziko tepelného zkratu. Při tlaku 2,5 barg použijte bezpečnostní součinitel 3:1.



Obrázek CG-22-5. Velký válec, sifonové odvodnění. 300 kg/h z válcové sušárny o průměru 1 200 mm, délky 2 500 mm s prostorem 2,8 m³ při tlaku 2 barg. Bezpečnostní součinitel je 3:1 při použití DC a 8:1 při použití IB.

Výběr odvaděče kondenzátu

Ekonomický výběr odvaděče kondenzátu / orifice Pro nejlepší výkon je potřeba vhodný bezpečnostní součinitel, avšak příliš velký součinitel způsobuje problémy. Kromě vyšších nákladů na vlastní odvaděč a jeho instalaci se zbytečně předimenzovaný odvaděč rychleji opotřebí. A v případě závady odvaděče budou na předimenzovaném odvaděči vznikat větší ztráty páry, které mohou způsobit parní rázy a vysoký protitlak ve vratném systému.

3. Diferenční tlak. Maximální diference je rozdíl mezi tlakem v kotli nebo hlavním parním potrubí nebo tlakem za redukčním ventilem a tlakem ve vratném potrubí. Viz obr. CG-23-1. Odvaděč kondenzátu musí být schopen se proti této tlakové diferenci otevřít.

POZNÁMKA: Z důvodu kondenzátu mžikově se odpařujícího ve vratném potrubí nelze předpokládat snížení tlakové diference vlivem statické výšky při zvedání.

Provozní diference. Když strojní zařízení pracuje při určité kapacitě, tlak páry na vstupu do odvaděče kondenzátu může být nižší než tlak v hlavním parním potrubí. A tlak ve sběrači vratného kondenzátu může být vyšší než atmosférický.

Je-li provozní diference alespoň 80 % maximální diference, při výběru odvaděčů kondenzátu je bezpečné použít maximální diferenci.

Modulovaná regulace přívodu páry způsobuje velké změny tlakové diference. Tlak v odvodňovaném zařízení může poklesnout na atmosférický nebo i nižší (vakuum). Při dodržení instalačních postupů uvedených v této příručce to však nebrání odvádění kondenzátu.

DŮLEŽITÉ: Přečtěte si diskusi uvedenou vpravo, která pojednává o méně častých, ale důležitých redukcích tlakové diference.

4. Maximální dovolený tlak. Odvaděč kondenzátu musí být schopen odolat maximálnímu dovolenému tlaku v systému nebo výpočtovému tlaku. Nemusí při tomto tlaku pracovat, ale musí být schopen jej zadržet. Maximální tlak na vstupu je například 26 barg a tlak ve vratném potrubí je 11 barg. Výsledkem je diferenční tlak 15 bar, avšak odvaděč kondenzátu musí být schopen odolat maximálnímu dovolenému tlaku 26 barg. Viz obr. CG-23-1.

Faktory ovlivňující diferenční tlak

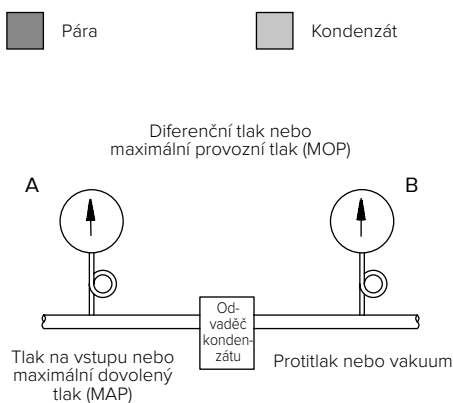
S výjimkou poruch regulačních ventilů se diferenční tlak obvykle pohybuje na spodní hranici normálního nebo výpočtového tlaku. Mohou to způsobovat změny tlaku na vstupu nebo na výstupu.

Tlak na vstupu může být snížen pod normální hodnotu:

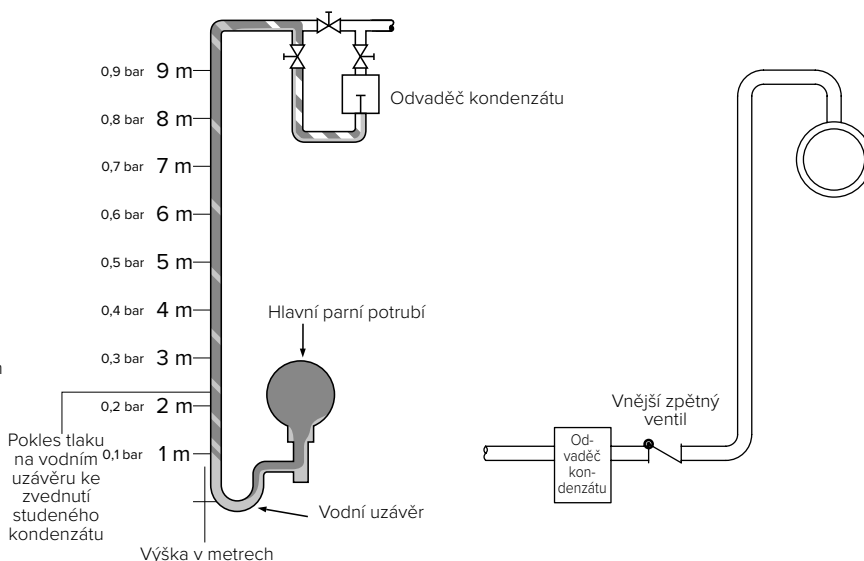
1. modulačním řídicím ventilem nebo regulátorem teploty,
2. „sifonovým odvodněním“. Každý metr výšky mezi bodem odvodnění a odvaděčem snižuje tlak na vstupu (a diferenci) o 0,1 bar. Viz obr. CG-23-2.

Tlak na výstupu může být zvýšen nad normální hodnotu:

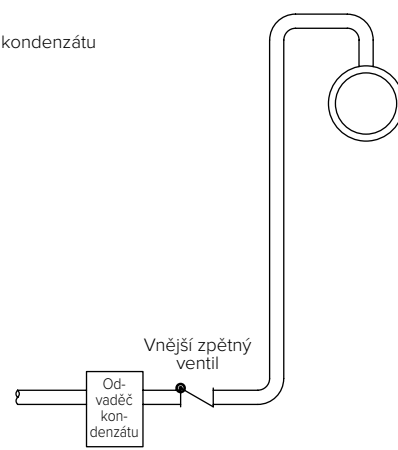
1. třením v potrubí,
2. jinými odvaděči, které vypouštějí kondenzát do vratného systému s omezenou kapacitou,
3. zvedáním kondenzátu. Je-li látkou na výstupu pouze kondenzát, každý metr výšky zvyšuje tlak na výstupu (a diferenci) o 0,1 bar. Kdyby však byla přítomna brýdová pára, zvýšený protitlak by se snížil na nulu. Viz obr. CG-23-3 z názornující vnější zpětný ventil.



Obrázek CG-23-1. „A“ minus „B“ je tlaková diference: Je-li „B“ protitlak, odečtete jej od hodnoty „A“. Je-li „B“ vakuum, přičtete jej k hodnotě „A“.



Obrázek CG-23-2. Kondenzát je z místa gravitačního odvodnění zvedán do odvaděče působením sifonu. Každý metr výšky snižuje tlakovou diferenci o 0,1 bar. Pověšimněte si uzávěru ve spodní části a vnitřního zpětného ventilu odvaděče, který brání zpětnému toku.



Obrázek CG-23-3. Když se ventil odvaděče otevře, tlak páry začne zvedat kondenzát. Každý metr výšky snižuje tlakovou diferenci o 0,1 bar.

Systémy rozvodu páry tvoří spojovací články mezi kotlem a zařízením využívajícím páru. Slouží k dopravě páry na místa v závodě, kde je pára potřeba.

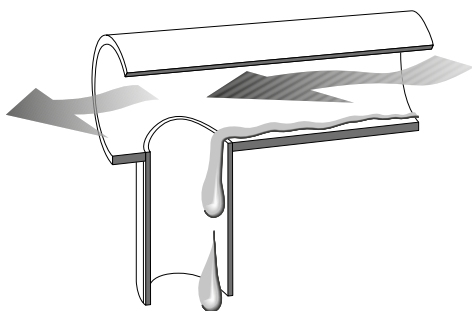
Tři základní součásti systémů rozvodu páry jsou rozdělovače páry, hlavní parní potrubí a potrubní větve. Každá tato část plní určité požadavky systému a společně se separátory vlhkosti a odvaděči kondenzátu přispívá k efektivnímu využívání páry.

Kalníky. Všechny systémy rozvodu páry mají společné to, že v různých vzdálenostech využívají kalníky (obr. CG-24-1). Ty slouží k těmto účelům:

1. Umožňují odtok kondenzátu samospádem z rychle proudící páry.
2. Shromažďují kondenzát, dokud nedojde k jeho vypuštění odvaděčem kondenzátu vlivem tlakové diference.

Obrázek CG-24-1. Dimenzování kalníku

Správně dimenzovaný kalník bude zachycovat kondenzát. Příliš malý kalník může dokonce vyvolat Venturiho jev, kdy pokles tlaku vysává kondenzát z odvaděče. Ke správnému dimenzování slouží tabulka CG-26-2 na straně CG-26.



Tabulka CG-24-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Rozdělovač páry	IBLV M, E, L, N, B, Q	*F&T

*Na přehřátou páru nikdy nepoužívejte odvaděč kondenzátu typu F&T. Vždy použijte IB s vnitřním zpětným ventilem a leštěný ventil a sedlo.

Odvodňované zařízení	Základní volba, kód funkce a alternativní volby	0 - 2 barg	Nad 2 barg
Hlavní parní potrubí a potrubní větve Podmínky bez mrazu	B, M, N, L, F, E, C, D, Q Alternativní volba	*IB F&T	*IB **F&T
Hlavní parní potrubí a potrubní větve Podmínky s mrazem	B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J Alternativní volba	*IB Termostatický nebo CD	*IB

* V případě kolísání tlaku zajistěte vnitřní zpětný ventil.

** V případě hodnot vyšších než omezení tlaku/teploty pro F&T použijte IBLV.

POZN.: Na přehřátou páru vždy použijte IB s vnitřním zpětným ventilem a leštěný ventil a sedlo.

Rozdělovače páry

Rozdělovač páry je specializovaný typ hlavního parního potrubí, do něhož může pára přicházet z jednoho nebo několika kotlů. Často se jedná o horizontální potrubí s napájením shora, které naopak napájí hlavní parní potrubí. Je důležité sběrač páry správně odvodňovat, aby se z páry před jejím rozvodem do systému odstranila unášená kotlová voda a pevné částice.

Odvaděče na sběrači páry musí mít dostatečnou kapacitu pro odvod velkých množství kondenzátu a okamžitě reagovat na jejich příchod. Při výběru odvaděčů je též vhodné vzít v úvahu odolnost proti hydraulickému rázu.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel pro rozdělovač páry (pouze syté páry). Prakticky pro všechny způsoby použití rozdělovačů páry se doporučuje bezpečnostní součinitel 1,5:1. Požadovanou kapacitu odvaděče kondenzátu lze získat z tohoto vzorce:

Požadovaná kapacita odvaděče = bezpečnostní součinitel x průtok od kotlů x předpokládaný průtok unášeného kondenzátu (nejčastěji 10 %).

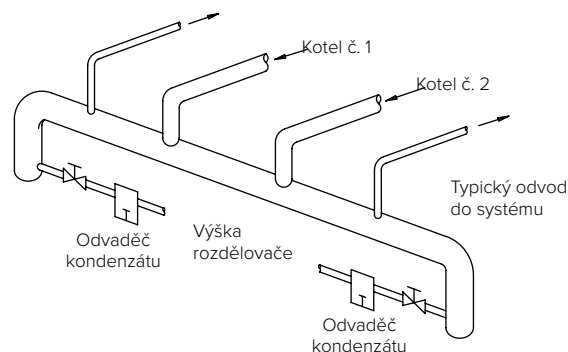
PŘÍKLAD: Jak velký odvaděč kondenzátu bude potřeba pro připojený průtok 20 000 kg/h s předpokládaným množstvím unášeného kondenzátu 10 %? Ze vzorce vypočteme:

Požadovaná kapacita odvaděče = 1,5 x 20 000 x 0,10 = 3 000 kg/h.

Schopnost okamžité reakce na náraz vodní zátky, vynikající odolnost vůči hydraulickému rázu, čistící schopnost a efektivní provoz při velmi nízkých zatíženích jsou vlastnosti, díky nimž je pro tuto aplikaci nejvhodnější zvonový odvaděč.

Instalace. Pokud pára proudí rozdělovačem jen jedním směrem, bude postačovat jeden odvaděč kondenzátu za rozdělovačem. V případě rozdělovače s napájením uprostřed (obr. CG-24-2) nebo podobného uspořádání s obousměrným prouděním páry by měly být odvodňovány oba konce rozdělovače páry.

Obrázek CG-24-2. Rozdělovač páry



Do 100 mm je průměr kalníku stejný jako průměr rozdělovače. Nad 100 mm 1/2 velikosti rozdělovače, ale nikdy ne méně než 100 mm.

Jak odvodňovat systémy rozvodu páry

Hlavní parní potrubí

Odvaděče kondenzátu se nejčastěji využívají pro odvod kondenzátu z hlavního parního potrubí. Pro zajištění správné funkce parního zařízení je nezbytné, aby potrubí neobsahovalo vzduch a kondenzát. Nevhodně odvětrávané hlavní potrubí často vede ke vzniku parních rázů a vodních zátek, které mohou poškodit regulační ventily a další zařízení.

K ohřevu hlavního parního potrubí se používají dvě metody – s dohledem a automatická. Ohřev s dohledem se nejvíce používá pro počáteční ohřev dlouhého potrubí s velkým průměrem. Doporučuje se ponechat vypouštěcí ventily zcela otevřené do volné atmosféry, dokud do hlavního potrubí není vpuštěna pára. Tyto vypouštěcí ventily se zavírají až poté, co odečte všechen náběhový kondenzát nebo jeho většina. Po náběhu funkci odstraňování kondenzátu vznikajícího během provozu přeberou odvěděče. Ohřev hlavního potrubí v elektrárně probíhá velmi podobně.

Automatický náběh se používá při zapálení kotle, takže hlavní potrubí a některá či všechna zařízení se natlakují bez manuálního zásahu či dohledu.

POZOR: Bez ohledu na způsob ohřevu je nutné náběh provádět dostatečně dlouhou dobu, aby bylo tepelné namáhání co nejmenší a nedošlo k poškození systému.

Výběr odvěděče kondenzátu a bezpečnostní součinitel pro hlavní parní potrubí (jen pro sytou páru)

Průtok kondenzátu v izolovaném nebo neizolovaném potrubí lze při ohřevu s dohledem nebo automatickém ohřevu vypočítat z tohoto vzorce:

$$Q_c = \frac{(W_p \times L) \times c \times (t_2 - t_1)}{r \times T} \times 60$$

- Q_c = množství kondenzátu v kg/h
- W_p = hmotnost potrubí v kg/m (viz tabulka CG-25-2)
- L = celková délka parního potrubí v m
- c = měrná tepelná kapacita materiálu potrubí v kJ/kg/°C (ocelové potrubí = 0,48 kJ/kg/°C)
- t₂ = koncová teplota ve °C
- t₁ = počáteční teplota ve °C
- r = výparné teplo v kJ/kg (viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)
- T = doba náběhu v minutách (počítá se 10 m/min)

POZNÁMKA: při rychlých výpočtech lze použít t₁ rovno 0 °C a r lze stanovit na 2 100 kJ/h.

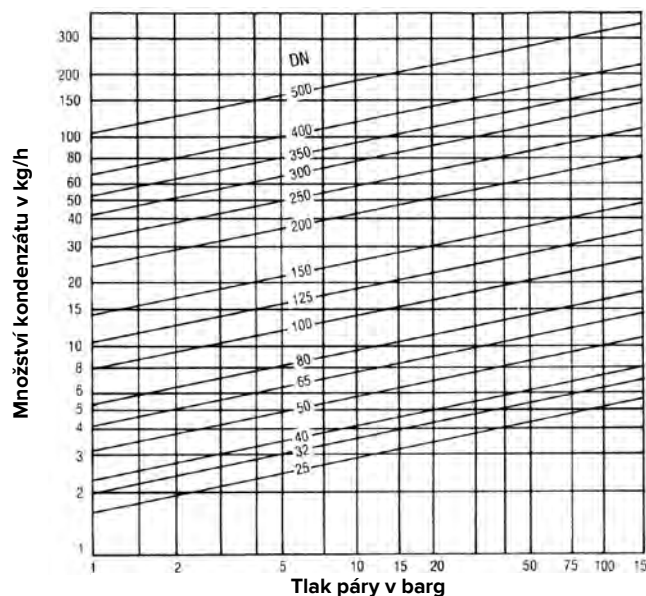
K rychlému stanovení průtoku kondenzátu během ohřevu hlavního parního potrubí použijte graf CG-25-1. Po zjištění správné hodnoty ji vynásobte bezpečnostním součinitelem 2 (doporučený bezpečnostní součinitel pro všechny odvěděče nacházející se mezi kotlem a koncem hlavního potrubí).

Ke zjištění rychlosti kondenzace za běžného provozu (po ohřevu) použijte tabulku CG-25-1.

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

Velikost potrubí		Vnější průměr	Vnější povrch	Hmotnost
Palce	DN	mm	m ² /m	kg/m
1/8"	6	10,2	0,03	0,49
1/4"	8	13,5	0,04	0,77
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	0,69	31,00
10"	250	273,0	0,86	41,60
12"	300	324,0	1,02	55,60
14"	350	355,0	1,12	68,30
16"	400	406,0	1,28	85,90
20"	500	508,0	1,60	135,00

Graf CG-25-1. Množství kondenzátu pro potrubí délky 20 m ohřáté z 0 °C na teplotu syté páry



U odvaděčů instalovaných mezi kotlem a koncem hlavního parního potrubí použijte bezpečnostní součinitel 2:1. U odvaděčů instalovaných na konci hlavního potrubí nebo před redukčními a uzavíracími ventily, které jsou po část doby zavřené, použijte bezpečnostní součinitel 3:1.

Doporučeným typem je zvonový odvaděč, protože si poradí s nečistotami a vodními zátkami a je odolný proti hydraulickému rázu. A dojde-li k jeho poruše, obvykle se tak stane, když je otevřený.

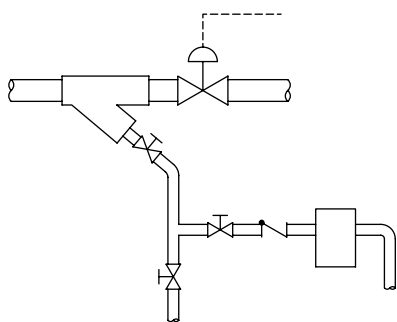
Instalace. Při obou způsobech ohřevu se kalníky a odvaděče kondenzátu používají ve všech nejnižších bodech a bodech přirozeného odvodňování, například:

- před stoupacími trubkami,
- na konci hlavního potrubí,
- před kompenzátory nebo ohyby,
- před ventily nebo regulátory.

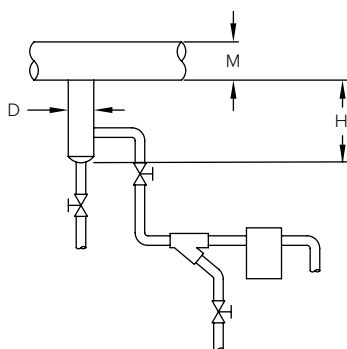
Kalníky a odvaděče kondenzátu je nutné instalovat i tam, kde nejsou místa přirozeného odvodnění (viz obr. CG-26-1, CG-26-2 a CG-26-3). Obvykle se instalují ve vzdálenostech cca 90 m, nikdy více než 150 m.

Při ohřevu s dohledem by délka kalníku měla být alespoň 1,5krát větší než průměr hlavního potrubí, ale nikdy ne méně než 250 mm. Kalníky na zařízení s automatickým ohřevem musí mít délku minimálně 700 mm. U obou metod se osvědčilo používat kalník stejného průměru jako u hlavního potrubí pro potrubí průměru do 100 mm a alespoň 1/2 průměru hlavního potrubí u větších průměrů, nikdy však méně než 100 mm. Viz tabulka CG-26-2.

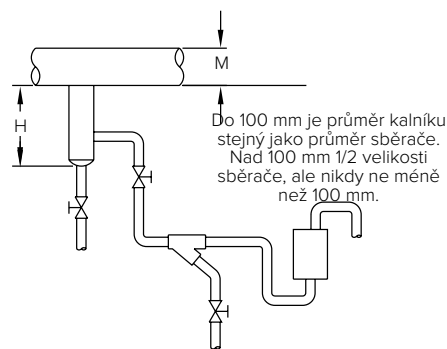
Hlavní parní potrubí



Obrázek CG-26-1.
Odlučovací filtr před tlakovým redukčním ventilem.



Obrázek CG-26-2.
Kalník na hlavním potrubí.



Obrázek CG-26-3.
Kalník na stoupacím potrubí. Vzdálenost „H“ v metrech dělená 10 = hydrostatický tlak (bar) vypuzující vodu z odvaděče.

Tabulka CG-26-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)		
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Separátor vlhkosti	IBLV B, M, L, E, F, N, Q	DC

Tabulka CG-26-2. Doporučené rozměry kalníku hlavního parního potrubí a potrubních větví			
Rozměr hlavního parního potrubí (mm)	Průměr kalníku (mm)	H	
		Min. délka kalníku (mm)	
		Ohřev s dohledem (L)	Automatický ohřev (L)
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	100	250	710
200	100	300	710
250	150	380	710
300	150	460	710
350	200	535	710
400	200	610	710
450	250	685	710
500	250	760	760
600	300	915	915

Jak odvodňovat systémy rozvodu páry

Potrubní větve

Potrubní větve jsou vývody z hlavního parního potrubí, které zásobují určité části parního zařízení. Celý systém musí být navržen a sestaven tak, aby nikde nedocházelo k akumulaci kondenzátu.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele pro potrubní větve.

Vzorec pro výpočet hmotnostního průtoku kondenzátu je stejný jako u hlavního parního potrubí. Potrubní větve mají rovněž doporučený bezpečnostní součinitel 3:1.

Instalace. Doporučené potrubí z hlavní části k regulačním prvkům je znázorněno na obr. CG-27-1 pro vývody kratší než 3 m a na obr. CG-27-2 pro vývody delší než 3 m. Na obr. CG-27-3 je znázorněno potrubí s regulačním ventilem pod hlavním potrubím.

Před každý regulační ventil a před tlakový redukční ventil, je-li použit, namontujte filtr s rozměrem dle rozměru potrubí. Instalujte odkalovací ventily, pokud možno s odvaděči IB. Několik dnů před spuštěním systému prohlédněte sítko filtrů, zda je není potřeba vyčistit.

Separátory

Separátory vlhkosti jsou určeny k odstraňování kondenzátu, který se tvoří v systémech rozvodu páry. Nejčastěji se používají před zařízeními, jejichž provoz vyžaduje suchou páru. Dále se běžně používají v potrubích sekundární páry, které již ze své podstaty obsahují vysoké procento unášeného kondenzátu.

K důležitým faktorům při výběru odvaděčů pro separátory patří schopnost zvládnout příchod vodní zátky, mít dobrou odolnost proti hydraulickým rázům a pracovat při nízkých zatíženích.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele pro separátory. Ve všech případech použijte bezpečnostní součinitel 3:1, i když se v závislosti na množství kondenzátu a hodnotě doporučují jiné typy odvaděčů.

Ke zjištění potřebné kapacity odvaděče kondenzátu použijte následující vzorec:

Požadovaná kapacita v kg/h = bezpečnostní součinitel x průtok páry v kg/h x předpokládaný obsah kondenzátu v procentech (nejčastěji 10 %).

PŘÍKLAD: Jak velký odvaděč kondenzátu bude potřeba pro průtok 500 kg/h? Ze vzorce vypočteme:

Požadovaná kapacita odvaděče = $3 \times 500 \times 0,10 = 150 \text{ kg/h}$.

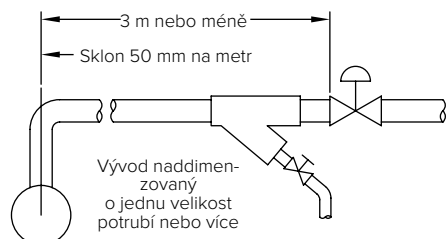
Pro separátory se doporučuje zvonový odvaděč kondenzátu s velkým odvzdušňovačem. Nehrozí-li výrazné znečištění a hydraulické rázy, přijatelnou alternativou je odvaděč typu F&T.

V mnoha případech může být upřednostněn automatický diferenční regulátor kondenzátu. Má nejlepší vlastnosti obou výše uvedených typů a doporučuje se pro velké průtoky kondenzátu, které překračují odlučovací možnosti separátoru.

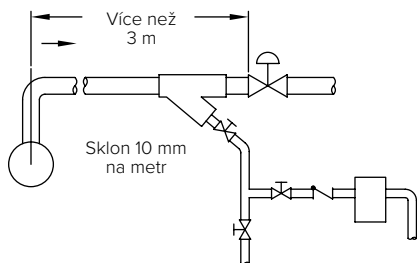
Instalace

Odvaděče napojte na vypouštěcí trubku separátoru 250 mm až 300 mm pod separátorem. Odvodňovací potrubí by mělo mít plnou světlost odvodňovací přípojky po celé délce až k vývodu z odvodňovače (obr. CG-27-4). Odvodňovací potrubí a lapač nečistot by měly mít stejnou velikost jako odvodňovací přípojka.

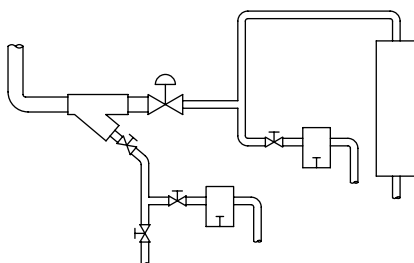
Potrubní větve



Obrázek CG-27-1. Potrubí pro vývod kratší než 3 m. Není-li sklon k napájecímu sběrači menší než 50 mm na metr, žádný odvaděč kondenzátu není nutný.

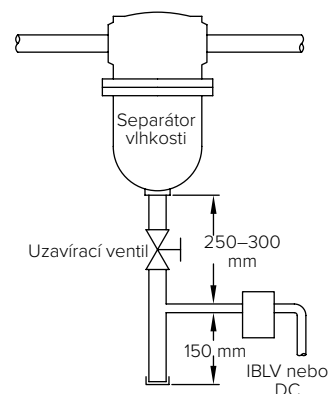


Obrázek CG-27-2. Potrubí pro vývod delší než 3 m. Před regulační ventily je nutné namontovat kalník a odvaděč kondenzátu. Pokud odkalovací přípojka vede do zvonového odvaděče, filtr před regulačním ventilem může sloužit jako kalník. Minimalizují se tak i potíže s čištěním filtru. Odvaděč kondenzátu by měl být vybaven vnitřním zpětným ventilem nebo zpětnou klapkou instalovanou před odvaděčem.



Obrázek CG-27-3. Před regulačním ventilem umístěným pod přívodem páry musí být bez ohledu na délku vývodu instalován kalník a odvaděč kondenzátu. Pokud je nad regulačním ventilem otopný had, odvaděč kondenzátu je nutné též instalovat za regulačním ventilem.

Separátor vlhkosti



Obrázek CG-27-4. Odvodnění za separátorem. K zajištění účinného a rychlého proudění kondenzátu do odvaděče je nutné, aby kalník a lapač nečistot měly maximální průměr.

Zpočátku se to může zdát jako omyl vzhledem k tomu, že z přehřáté páry nevzniká žádný kondenzát, a proto by v parovodech s přehřátou párou neměl žádný kondenzát existovat. To platí v situaci po náběhu systému na provozní teplotu a tlak, ale do tohoto okamžiku je nutné kondenzát odvádět. V tomto oddíle je vysvětleno, co je přehřátá pára a jaké má využití.

Měrná tepelná kapacita každé látky (dle norem) je množství tepla potřebné k ohřátí 1 kg látky o 1 °C. Podle této definice je měrná tepelná kapacita vody 4,186 kJ/kg °C a měrná tepelná kapacita přehřáté páry se mění v závislosti na teplotě a tlaku. Měrná tepelná kapacita se snižuje se zvyšující se teplotou, ale zvyšuje se s rostoucím tlakem.

Přehřátá pára se obvykle vyrábí přidáním několika přehřívacích hadů do kotle nebo do výstupní části kotle, aby bylo možné využít „odpadní“ teplo z kotle. Nebo přidáním přehříváku připojeného k hlavnímu parnímu potrubí někde za kotlem. Pod textem je uvedeno schéma vyvíječe páry s úsekem pro výrobu přehřáté páry.

Vlastnosti přehřáté páry

Přehřátá pára má několik vlastností, kvůli nimž není vhodná jako teplosměnné médium, ale je ideální jako pracovní médium a pro přenos hmoty. Na rozdíl od syté páry jsou tlak a teplota přehřáté páry vzájemně nezávislé. Protože přehřátá pára vzniká při stejném tlaku jako sytá pára, teplota a objem se zvyšují.

V kotlech s velkým vývinem tepla, které mají relativně malý buben, je mimořádně obtížné oddělit páru od vody. Kombinace malého objemu vody v bubnech a rychlých výkyvů zatížení v bubnu vytváří podmínky značného smršťování a rozpinání, které podporují unášení vody.

Tuto vodu lze odstranit separátory a odváděči kondenzátu na výpustích páry, ale nejsou 100% účinné. V aplikacích vyžadujících suchou páru se do topeniště kotle v dráze konvekce tepla umísťují další přehřívací hady. Aby se odpařila unášená voda, je nutné dodat další teplo, kterým se přidá malé přehřátí zaručující absolutně suchou páru.

Protože přehřátá pára poskytuje před svou přeměnou zpět na sytou páru tak málo tepla, není vhodná jako teplosměnné médium. K některým procesům například v elektrárnách je nutná suchá pára. Bez ohledu na typ hnací jednotky přehřátí snižuje množství kondenzátu při najíždění ze stavu za studena. Přehřátí rovněž zvyšuje výstupní výkon tím, že během fázi expanze v zařízení oddálí kondenzaci. Suší páru na výstupu prodlužuje životnost turbinových lopatek.

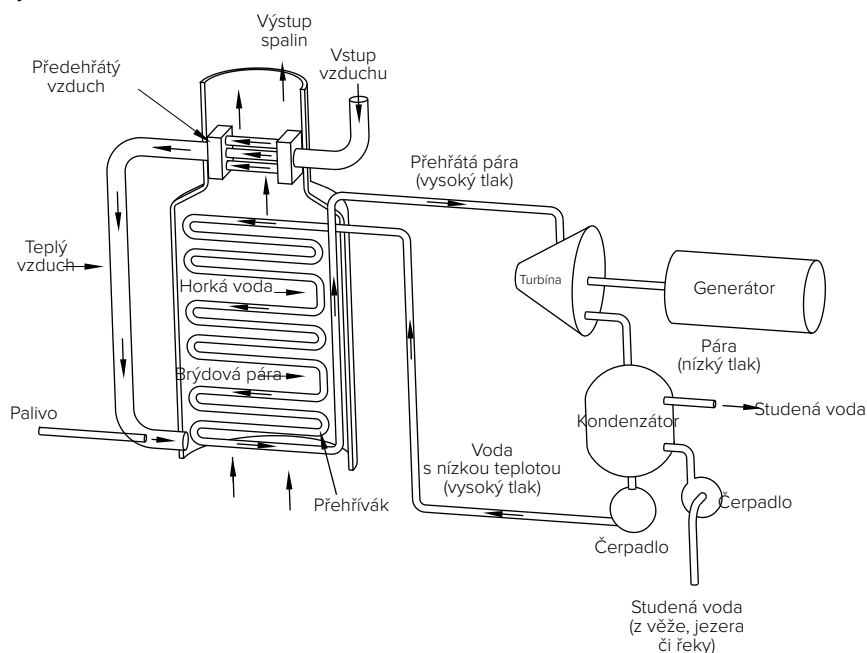
Z přehřáté páry může unikat teplo bez kondenzace, avšak u syté páry to není možné. Přehřátou páru je tak možné dopravovat velmi dlouhými parovody, aniž by kondenzací ztrácela teplo. Umožňuje to rozvod suché páry po celém parním systému.

Proč odvodňovat systémy přehřáté páry?

Odvaděče kondenzátu jsou na systémech přehřáté páry nutné především při najíždění. Toto zatížení může být z důvodu velikosti hlavního potrubí velmi vysoké. Při najíždění se nejčastěji používají ruční ventily, protože na jejich otevření a zavření je dost času. Nazývá se to dozorované najíždění. Odvaděče kondenzátu se dále používají v nouzových situacích, například při poruše přehříváku nebo obtoku, kdy může být potřeba provoz na sytou páru. Za těchto neplánovaných okolností není dostatek času na ruční otvírání ventilů, a proto je nutné použít odvaděče kondenzátu.

V těchto situacích je základním předpokladem správné dimenzování odvaděče. Kondenzát tvořící se v každém parním systému je nutné odstraňovat aby byla zachována vysoká účinnost a minimalizovala se poškození parními rázy a erozí.

Obrázek CG-28-1. Vyvíječ páry



Jak odvodňovat potrubí přehřáté páry

Dimenzování odvaděčů kondenzátu podle zatížení od přehřáté páry

Zatížení odvaděče kondenzátem z přehřáté páry se může pohybovat od vysokého zatížení při najíždění po prakticky nulové zatížení během provozu. Pro každý odvaděč kondenzátu se tedy jedná o náročnou aplikaci.

Během najíždění se velké studené potrubí naplní párou. V tomto okamžiku se až do zvýšení teploty v potrubí nachází jen sytá pára o nízkém tlaku. Teplota se pomalu a dlouho zvyšuje, aby potrubí nebylo vystaveno namáhání. Při najíždění panují podmínky velkého průtoku kondenzátu s nízkým tlakem, kdy jsou potřeba odvaděče s velkou kapacitou. Tyto naddimenzované odvaděče pak musí za běžného provozu s přehřátou parou pracovat při velmi vysokých tlacích a velmi nízkých požadavcích na kapacitu.

Typické zatížení při najíždění lze zhruba vypočítat takto:

Použijeme vzorec:

$$C = \frac{0,48 W_p (t_2 - t_1)}{H}$$

Kde:

- C = množství kondenzátu v kg
- Wp = celková hmotnost potrubí (z tabulky CG-25-2 na straně CG-25)
- H = celkové teplo látky při tlaku X minus měrná entalpie látky při tlaku Y (Výparné teplo páry. V případě dlouhé doby ohřevu použijte celkové teplo syté páry při přírodním tlaku přehřáté páry (X) minus měrná entalpie syté páry při průměrném tlaku (Y) během příslušné doby ohřevu.)

$$0,48 = \text{měrná tepelná kapacita ocelového potrubí v kJ/kg/°C}$$

PŘÍKLAD:

Předpokládejme rychlost ohřevu 50 °C/h
 Průměr potrubí 14" dle Schedule 80
 Přírodní přehřátá pára při 83 bar, 577 °C
 Okolní teplota je 21 °C
 Vzdálenost mezi odvaděči kondenzátu 60 m

Po dobu prvních dvou hodin:

$$W = 60 \text{ m} \times 68,3 \text{ kg/m} = 4 098 \text{ kg}$$

$$t_2 - t_1 = 121 - 21 = 100^\circ\text{C}$$

$$H = 2 753 \text{ kJ/kg (83 barg)} - 454 \text{ kJ/kg (0,35 barg)} = 2 299 \text{ kJ}$$

$$C = \frac{0,48 \text{ kJ/kg/}^\circ\text{C} \times 4 098 \text{ kg} \times 100^\circ\text{C}}{2 299 \text{ kJ/kg}} = 85,6 \text{ kg}$$

Po dobu druhých dvou hodin:

Jediné, co se změní, je měrná entalpie (775 kJ/kg) syté páry za průměrného tlaku během příslušné doby.

$$C = \frac{0,48 \text{ kJ/kg/}^\circ\text{C} \times 4 098 \text{ kg} \times 100^\circ\text{C}}{1 978 \text{ kJ/kg}} = 99,4 \text{ kg}$$

Tabulka CG-29-1. Tabulka časových intervalů

Časový interval	Průměrný tlak v barg	Teplota na konci časového intervalu ve °C	Rychlost kondenzace ve 14" potrubí v kg/h
1. 2 hodiny	0,35	121	42,9
2. 2 hodiny	9,7	221	49,7
3. 2 hodiny	48	321	61,5
4. 2 hodiny	83	577	58,3
5. 2 hodiny	83	577	76,2

POZNÁMKA: Pro průměrný tlak 83 barg uvažujeme, že H je výparné teplo páry o tlaku 83 barg plus přehřátí při teplotě na konci časového intervalu.

Aby bylo zajištěno efektivní odstraňování kondenzátu, je při instalaci odvaděčů na systémy s přehřátou párou nutné též dodržovat doporučení pro správné dimenzování kalníků a potrubí. V tabulce CG-26-2 na straně CG-26 jsou uvedeny správné velikosti kalníku pro dané rozměry potrubí.

Vyvstává otázka, zda by nebylo dobré na kalníku, potrubí vedoucím k odvaděči a na vlastním odvaděči použít izolaci. Odpověď zní ne, pokud to není z bezpečnostních důvodů povinné. Tento úsek parního systému se neizoluje. Zajišťuje se tak průběžná tvorba určitého množství kondenzátu před odvaděčem a průtok kondenzátu tímto odvaděčem, což prodlužuje jeho životnost.

Typy odvaděčů na potrubí přehřáté páry

Bimetalovy

Bimetalový odvaděč kondenzátu je nastaven tak, aby se otevřel až poté, co se kondenzát ochladí na teplotu nižší, než je teplota sytosti. Při stávajícím tlaku zůstane zavřený, pokud se v odvaděči nachází pára o jakékoliv teplotě. Se zvyšující se teplotou páry se tahová síla na bimetalový článek zvyšuje a stejně tak se zvyšuje těsnicí síla působící na ventil. Díky přehřáté páře ventil lépe těsní. Bimetalový odvaděč kondenzátu také dokáže zvládnout velké zatížení při najíždění. Proto je tento odvaděč pro přehřátou páru dobrou volbou.

Během provozu s přehřátou párou se kondenzát v odvaděči musí před jeho otevřením ochladit na teplotu nižší, než je teplota sytosti. Kondenzát by se vrátil do potrubí, kde by způsobil poškození trubek, ventilů a zařízení, pokud by kalník nebyl dostatečně dimenzovaný a úsek před odvaděčem dostatečně dlouhý.

Zvonový

Vodní uzávěr brání průniku páry do ventilu, takže nedochází ke ztrátám ostré páry a zkracování životnosti. Ventil v horní části zajišťuje nepropustnost pro nečistoty a umožňuje odvod vzduchu. Odvaděč si poradí s velkým zatížením při najíždění a zároveň se přizpůsobí i nízkému provoznímu zatížení. Jeho použití pro přehřátou páru je problematické, většinou z důvodu nutnosti udržování vodního uzávěru neboli „napuštění“. Aby byl odvaděč typu IB stále napuštěný, je nutné mít správné potrubí.

Správná konfigurace potrubí se zvonovým odvaděčem pro přehřátou páru je znázorněna na obrázku CG-26-3 na straně CG-26. Při dimenzování odvaděče kondenzátu pro přehřátou páru volte rozměry pro najížděcí zatížení s nulovým bezpečnostním součinitelem. Materiál tělesa je vhodné volit podle maximálního tlaku a teploty včetně teploty přehřáté páry.

Potrubí parního otopu jsou určena k tomu, aby udržovala médium v primárním potrubí na určité jednotné teplotě. Tato topná potrubí se většinou používají ve venkovních podmínkách, a proto je nutné přihlídnout k povětrnostním vlivům.

Základní funkcí odvaděče kondenzátu v potrubí parního otopu je zadržovat páru, dokud není zcela využito její výparné teplo, a poté odvést kondenzát a nekondenzující plyny. Stejně jako je tomu u každého teplosměnného zařízení, by každé potrubí parního otopu mělo mít vlastní odvaděč. Přestože může být na primárním vedení média instalováno několik otopných větví, musí mít každá vlastní odvaděč, aby nevznikaly tepelné zkraty. Viz strana CG-22.

Při výběru a dimenzování odvaděčů kondenzátu je důležité vzít v úvahu jejich kompatibilitu s funkcemi systému, protože odvaděče musí:

1. šetřit energii dlouhodobým spolehlivým provozem,
2. zajišťovat nárazové periodické vypouštění tak, aby byl zajištěn odvod kondenzátu a vzduchu z potrubí,
3. pracovat za podmínek nízkého zatížení,
4. být po zavření přívodu páry odolné proti zamrznutí.

Plýtvání parou si při nákladech na její výrobu nemůže žádný podnik dovolit.

Výběr odvaděče pro potrubí parního otopu.

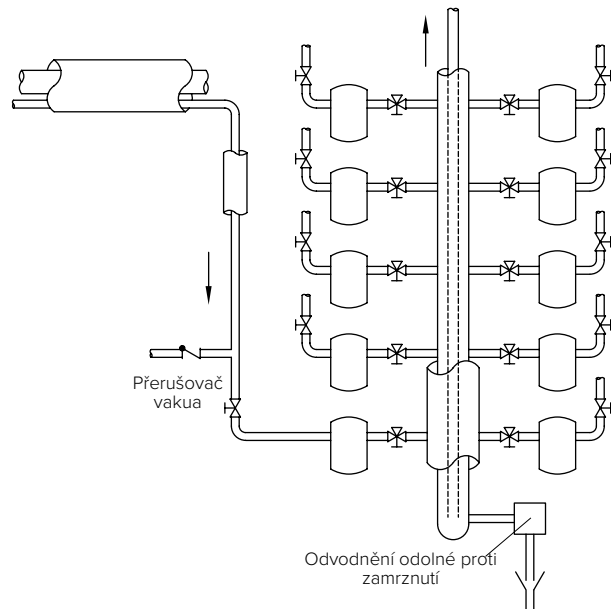
Hmotnostní průtok kondenzátu v potrubí parního otopu lze určit z tepelných ztrát v potrubí s produktem z tohoto vzorce:

$$Q_c = \frac{k \cdot 3,6 \cdot L}{r}$$

Kde:

- Q_c = průtok kondenzátu, kg/h
 k = tepelné ztráty ve W/m z izolovaného potrubí (viz tabulka CG-31-1, strana CG-31)
 $3,6$ = W/kJ/h
 L = délka hlavního potrubí v metrech
 r = výparné teplo v kJ/kg (viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)

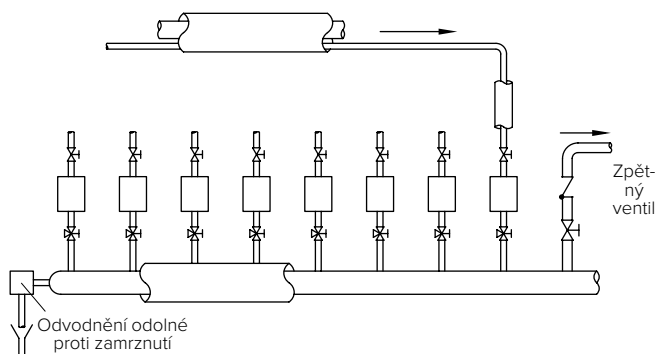
Obrázek CG-30-1. Typická instalace topného potrubí



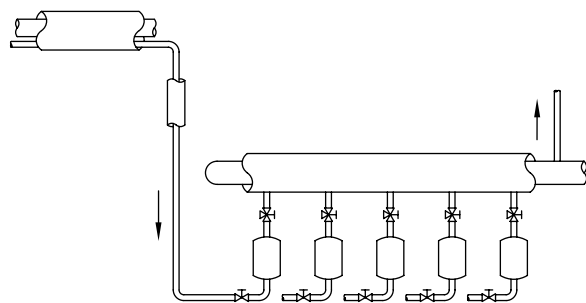
Tabulka CG-30-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)		
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Parní otopy	IB A, B, C, L, J, N, I, K	Termostatický nebo CD

Typická instalace parních otopů

Obrázek CG-30-2



Obrázek CG-30-3



Jak odvodňovat potrubí parního otopu

PŘÍKLAD: Na izolovaném potrubí průměru 100 mm a délky 30 m jsou použity tři otápěcí trubky s tlakem páry 11 barg k zachování teploty 100 °C při venkovní výpočtové teplotě -25 °C. Doporučená tloušťka izolace potrubí pro tyto podmínky je 100 mm (viz tabulky CG-31-2 a CG-31-3). Jaký je průtok kondenzátu?

Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = \frac{45,7 \text{ W/m} \times 3,6 \text{ kJ/h/W} \times 30 \text{ m}}{1983 \text{ kJ/kg}} = 2,5 \text{ kg/h}$$

Tuto hodnotu vydělíte třemi a získáte průtok v jedné otápěcí trubce – 0,84 kg/h.

Ve většině aplikací s otápěcími trubkami je průtok do odvaděče kondenzátu překvapivě nízký; obvykle proto stačí ten nejmenší odvaděč. Díky své schopnosti šetřit energií dlouhodobým spolehlivým provozem, pracovat při nízkém zatížení, odolávat zamrznutí a čisticí schopnosti se pro otápěcí trubky doporučují zvonové odvaděče.

Bezpečnostní součinitel. Bez ohledu na působení povětrnostních podmínek použijte bezpečnostní součinitel 2:1. Použijte výpočtovou velikost odvaděče kondenzátu a otápěcí trubky, ne větší.

Instalace

Parní rozvaděče nebo napájecí potrubí instalujte výše než potrubí otápěná parou. Pro účinné odvádění kondenzátu a nekondenzujících plynů by otápěcí trubky měly být kvůli gravitačnímu odvodnění spádované a ve všech nejnižších bodech by měly být umístěné odvaděče. Otápěcí trubky díky tomu také nebudou zamrzat. (Viz obr. CG-30-1, CG-30-2 a CG-30-3).

Z důvodu úspor energie vraťte kondenzát do kotle. Těsně před odvaděčem se doporučuje osadit přerušovače vakua, aby při odstávkách bylo možné systémy gravitačně odvodnit. Hrozí-li zamrznutí, doporučujeme na výstupním sběrači použít odvaděč s ochranou proti zamrznutí.

Tabulka CG-31-1. Tepelné ztráty u izolovaných potrubí ve W/m

Průměr potrubí	Tloušťka izolace	Rozdíl teploty produktu a teploty okolí °C					
		25	50	75	100	125	150
DN50	40	10,9	21,8	32,7	43,6	54,5	65,4
	60	8,5	16,9	25,4	33,8	42,3	50,7
	80	7,2	14,3	21,5	28,7	35,8	43,0
DN80	60	10,8	21,6	32,3	43,1	53,9	64,7
	80	9,0	18,0	26,9	35,9	44,9	53,9
	100	7,9	15,7	23,6	31,5	39,3	47,2
DN100	60	12,8	25,6	38,3	51,1	63,9	76,7
	80	10,5	21,1	31,6	42,1	52,6	63,2
	100	9,1	18,3	27,4	36,5	45,7	54,8
DN150	120	8,2	16,4	24,6	32,7	40,9	49,1
	60	16,9	33,8	50,6	67,5	84,4	101,3
	80	13,7	27,4	41,1	54,8	68,5	82,2
DN200	100	11,7	23,5	35,2	46,9	58,7	70,4
	120	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0	62,4
	80	16,6	33,2	49,8	66,3	82,9	99,5
DN250	100	14,1	28,2	42,3	56,4	70,5	84,6
	120	12,4	24,8	37,2	49,6	62,0	74,4
	140	11,2	22,4	33,5	44,7	55,9	67,1
DN300	80	19,6	39,2	58,7	78,3	97,9	117,5
	100	16,5	33,1	49,6	66,2	82,7	99,3
	140	13,0	26,0	39,0	51,9	64,9	77,9
DN350	80	22,4	44,7	67,1	89,5	111,8	134,2
	100	18,8	37,6	56,5	75,3	94,1	112,9
	120	16,4	32,8	49,2	65,6	82,0	98,4
	140	14,7	29,3	44,0	58,6	73,3	87,9
DN400	160	13,3	26,7	40,0	53,3	66,6	80,0
	80	24,1	48,1	72,2	96,3	120,4	144,4
	100	20,2	40,4	60,6	80,9	101,1	121,3
	120	17,6	35,2	52,8	70,4	88,0	105,5
DN450	140	15,7	31,4	47,1	62,8	78,4	94,1
	160	14,2	28,5	42,7	57,0	71,2	85,4
	100	22,4	44,9	67,3	89,7	112,1	134,6
	120	19,5	38,9	58,4	77,9	97,3	116,8
DN500	140	17,3	34,6	52,0	69,3	86,6	103,9
	160	15,7	31,4	47,1	62,8	78,4	94,1

Tabulka CG-31-2. Doporučená izolace potrubí při 3,5 barg v mm

Průměr potrubí produktu	Teplota produktu ve °C							
	10	20	30	40	50	60	70	80
DN25	40	40	40	40	40	40	40	40
DN40	40	40	40	40	40	40	60	60
DN50	40	40	40	40	60	60	60	60
DN80	40	40	60	60	60	60	60	80
DN100	40	60	60	60	60	80	80	80
DN150	40	60	60	80	80	80	100	100
DN200	60	60	80	80	80	100	100	120
DN250	60	80	80	80	100	100	120	120
DN300	80	80	80	100	100	120	120	120
DN350	80	80	80	100	120	120	120	140
DN400	80	80	100	120	120	120	140	140
DN500	80	80	100	120	120	140	140	160
DN600	80	100	120	120	140	140	160	160

Tabulka CG-31-3. Doporučená izolace potrubí při 10 barg v mm

Průměr potrubí produktu	Teplota produktu ve °C								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
DN25	40	40	40	40	60	60	60	60	60
DN40	40	40	60	60	60	60	60	80	80
DN50	60	60	60	60	60	60	80	80	80
DN80	60	60	60	80	80	80	80	100	100
DN100	60	80	80	80	80	100	100	100	120
DN150	80	80	100	100	100	120	120	120	120
DN200	80	100	100	120	120	120	120	140	140
DN250	100	100	120	120	120	140	140	140	140
DN300	100	120	120	120	140	140	140	140	160
DN350	120	120	120	140	140	140	160	160	160
DN400	120	120	140	140	160	160	160	160	160
DN500	120	140	140	160	160	160	160	180	180
DN600	140	140	160	160	160	180	180	180	180

Zařízení pro vytápění prostor, jako například topné soustavy, vzduchotechnické soustavy, žebrové radiátory a potrubní hady, jsou využívána prakticky ve všech odvětvích. Jde o základní druh zařízení, který by měl mít jen velmi nízké nároky na údržbu. Odvaděče kondenzátu tak bývají dlouhodobě opomíjeny. Jedním z problémů z toho vyplývajících je zbytečný kondenzát v topném hadu, který může způsobit poškození zamrznutím, korozi a parními rázy.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

To, jaký typ a velikost odvaděče je třeba použít, je dáno různými požadavky na danou aplikaci, které zahrnují konstantní nebo proměnný tlak páry. Existují dvě standardní metody dimenzování odvaděčů pro hady.

1. Konstantní tlak páry.

ZVONOVÉ ODVADEČE KONDENZÁTU A F&T ODVADEČE KONDENZÁTU – Pro diference provozního tlaku použijte bezpečnostní součinitel 3:1.

2. Proměnný tlak páry.

F&T ODVADEČE KONDENZÁTU A ZVONOVÉ ODVADEČE KONDENZÁTU S TERMOSTATICKOU KOMOROU

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

ZVONOVÉ ODVADEČE KONDENZÁTU BEZ TERMOSTATICKÉ KOMORY Tlak páry pouze nad 2 barg – 3:1 při 1/2 maximální tlakové diference v odvaděči.

Výběr odvaděče pro topné soustavy a vzduchotechnické soustavy

Pro výpočet množství odváděného kondenzátu se používají tři metody. Volba metody závisí na známých provozních podmínkách.

1. Metoda výkonu v kJ. Standardním ukazatelem pro topné soustavy a jiná vzduchová potrubí je výkon v kJ při tlaku páry 0,15 barg v ohřivači a při teplotě vstupujícího vzduchu 15 °C. K převodu ze standardní hodnoty na skutečnou slouží převodní součinitele v tabulce CG-34-1 (strana CG-34). Jakmile jsou známy skutečné provozní podmínky, vynásobte průtok kondenzátu správným bezpečnostním součinitelem.

2. Metoda výkonu v m³/min a zvýšení teploty vzduchu. Pokud znáte jen výkon ventilátoru v m³/min a zvýšení teploty vzduchu, zjistěte skutečný výstup v kJ z tohoto jednoduchého vzorce:

$$\text{kJ/h} = \text{m}^3/\text{min} \times 75 \times \text{zv} \times \text{zv} \times \text{zv}$$

PŘÍKLAD: Jakou velikost odvaděče použít pro odvod kondenzátu z ohřivače s výkonem 100 m³/min, který vzduch ohřívá o 30 °C? Tlak páry je konstantní – 5 barg.

Ze vzorce vypočteme:

$$100 \times 75 \times 30 = 225\,000 \text{ kJ/h}$$

Nyní vydělením hodnoty 225 000 kJ/h hodnotou 2 084 kJ/kg (z parních tabulek) získáme 108 kg/h kondenzátu a tuto hodnotu pak vynásobíme doporučeným bezpečnostním součinitelem 3. Pro danou aplikaci je třeba odvaděč s kapacitou 324 kg/h.

Koeficient 75 v uvedeném vzorci se odvodí takto:

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

$$60 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \text{ (relativní hustota vzduchu při } 5 \text{ °C)} =$$

$$75 \text{ kg/h vzduchu}$$

$$75 \text{ kg/h} \times 1 \text{ kJ/kg/°C (měrná tepelná kapacita vzduchu)} = 75 \text{ kJ/h/°C}$$

3. Kondenzátní metoda. Po určení výkonu v kJ:

a. Výkon v kJ vydělte hodnotou výparného tepla páry při použitém tlaku páry. Viz sloupec 2 tabulky CG-34-1 nebo parní tabulky (strana CG-10). Získáte skutečnou hmotnost zkondenzované páry. Pro přibližné určení lze použít empirické pravidlo, kdy se výstup v kJ jednoduše vydělí číslem 2 100.

b. Vynásobte skutečnou hmotnost zkondenzované páry bezpečnostním součinitelem a získáte požadovanou kontinuální odváděcí kapacitu odvaděče.

Graf CG-32-1. Koeficienty pro dimenzování odvaděčů pro několik topných hadů



Tabulka CG-32-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Konstantní tlak		Základní volba a kód funkce	Proměnný tlak	
		0–2 barg	Nad 2 barg		0–2 barg	Nad 2 barg
Topné agregáty	B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	Alternativní volba	F&T	*F&T	Alternativní volba	IBLV	IBLV
Vzduchotechnické agregáty	B, C, E, K, N, O	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	Alternativní volba	F&T	*F&T	Alternativní volba	IBLV	IBLV
Žebrové radiátory a trubkové hady	B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L	F&T	F&T
	Alternativní volba	Termostatický	Termostatický	Alternativní volba	IBLV	IBLV

* V případě hodnot vyšších než omezení tlaku/teploty pro F&T použijte IBLV.

UPOZORNĚNÍ:

- Pokud se vyskytují tlaky nižší než atmosférické, instalujte přerušovač vakua.
- Na přehřátou páru nepoužívejte F&T odvaděče.

Jak odvodňovat zařízení pro vytápění prostor

Výběr odvaděče pro trubkové hady a žebrové radiátory

Trubkové hady. Je-li to možné, odvodňujte každou trubku jednotlivě, aby nevznikaly tepelné zkratky.

Jednotlivé trubkové hady. Při dimenzování odvaděčů pro jednotlivé trubky nebo individuálně odvodňovaná potrubí vyhledejte rychlost kondenzace na metr trubky v tabulce CG-34-2 (strana CG-34). Rychlost kondenzace na metr vynásobte délkou v metrech a výsledkem je běžný průtok kondenzátu.

V případě rychlého vytápění použijte bezpečnostní součinitel 3:1 a volte zvonový odvaděč kondenzátu s termostatickou komorou. Pokud rychlé vytápění není potřeba, použijte bezpečnostní součinitel 2:1 a volte standardní zvonový odvaděč kondenzátu.

Několik trubkových hadů. Při dimenzování odvaděčů pro odvodňování hadů sestávajících z několika trubek postupujte takto:

1. Vynásobte délku trubky hadu v metrech rychlostí kondenzace uvedenou v tabulce CG-34-2. Výsledkem je běžný průtok kondenzátu v kg/h.
2. V grafu CG-32-1 (str. CG-32) najděte koeficient pro vaše provozní podmínky.
3. Vynásobením běžného průtoku kondenzátu koeficientem vypočtete požadovanou kontinuální odváděcí kapacitu odvaděče.

Nezapomeňte, že koeficient již zahrnuje bezpečnostní součinitel.

Žebrové radiátory. Když není znám výkon v kJ, rychlost kondenzace je možné s dostatečnou přesností pro účely výběru odvaděče vypočítat z tabulek CG-34-3 a CG-34-4 (str. CG-34). Při použití tabulky CG-34-3 potřebujete velikost potrubí, velikost žeber, počet a materiál žeber. Rychlost kondenzace na metr za standardních podmínek určete z tabulky CG-34-3. Převod na skutečné podmínky proveďte pomocí tabulky CG-34-4.

Bezpečnostní součinitel – doporučení:

1. Zamezte riziku tepelného zkratu, které hrozí u ohřivačů s několika trubkami.
2. Zajištěte dostatečnou odvodňovací kapacitu v nepříznivých provozních podmínkách. Za extrémně chladného počasí bude teplota vstupujícího vzduchu pravděpodobně nižší než vypočtená a zvýšená potřeba páry ve všech částech závodu může vést ke snížení tlaku páry a zvýšení tlaku ve vratném potrubí, což sníží kapacitu odvaděče.
3. Zajištěte odvod vzduchu a jiných nekondenzujících plynů.

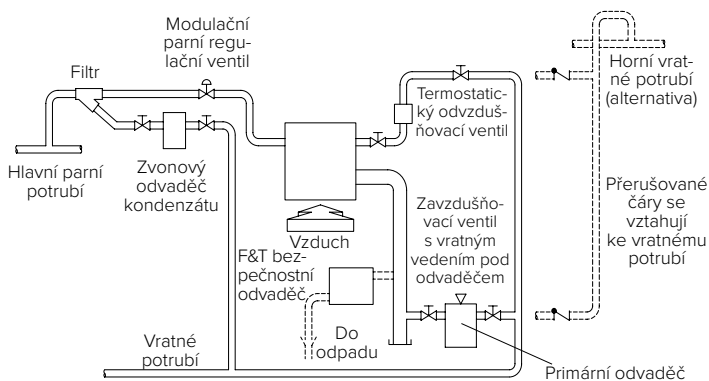
VAROVÁNÍ: Pro nízkotlaké vytápění použijte bezpečnostní součinitel při skutečné tlakové diferenci, ne při tlaku přívodu páry, a pamatujte, že odvaděč musí být též schopen fungovat při maximální tlakové diferenci, která se vyskytne.

Instalace

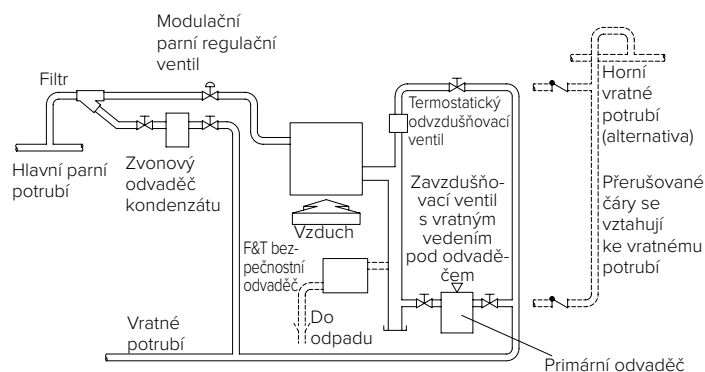
Obecně se řiďte doporučeními konkrétního výrobce. Obr. CG-33-1, CG-33-2, CG-33-3 a CG-33-4 jsou výsledkem shody výrobců zařízení pro vytápění prostor.

POZN.: Funkce bezpečnostního odvaděče kondenzátu je znázorněna na obr. CG-56-1 (str. CG-56).

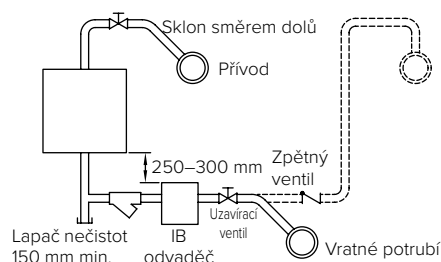
Obrázek CG-33-1. Odvodnění a odvzdušnění ohřivačů vzduchu



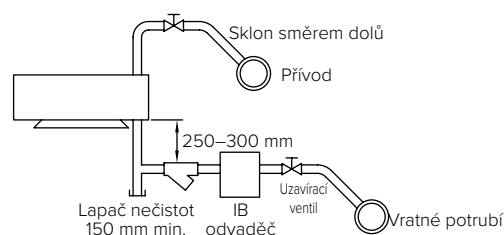
Obrázek CG-33-2. Odvodnění a odvzdušnění ohřivačů vzduchu



Obrázek CG-33-3. Obecně uznávaná metoda odvodňování vysokotlakých (nad 1 barg) horizontálních výtlačných ohřivačů. Obr. CG-33-3 a CG-33-4 – průměr kalníku musí být minimálně 250–300 mm.



Obrázek CG-33-4. Obecně uznávaná metoda odvodňování nízkotlakých (pod 1 barg) vertikálních výtlačných ohřivačů.



Tabulka CG-34-1. Tabulka konstant pro určení výkonu topného agregátu v kJ při jiných než standardních podmínkách – standardní podmínky představuje tlak páry 1,15 barg a teplota vstupujícího vzduchu 15 °C. Postup: standardní výkon ohřivače v kJ vynásobte uvedenou konstantou. (Se zvláštním svolením přetištěno z příručky asociace ASHRAE.)

Tlak páry v barg	Výparné teplo páry v kJ/kg	Teplota vstupujícího vzduchu °C						
		-24	-12	0	+10	+15	+20	+32
0,15	2 248	-	-	-	1,07	1,00	0,92	0,78
0,35	2 238	1,64	1,45	1,28	1,12	1,05	0,97	0,82
0,7	2 214	1,73	1,54	1,37	1,21	1,31	1,05	0,90
1,0	2 201	1,79	1,61	1,44	1,27	1,19	1,11	0,97
1,5	2 181	1,86	1,67	1,49	1,33	1,25	1,17	1,02
2,0	2 163	1,96	1,77	1,59	1,42	1,33	1,26	1,11
3,5	2 119	2,13	1,93	1,75	1,58	1,49	1,41	1,26
5,0	2 084	2,25	2,05	1,87	1,69	1,61	1,52	1,36
5,5	2 075	2,31	2,11	1,92	1,74	1,66	1,57	1,41
7,0	2 046	2,40	2,20	2,01	1,83	1,74	1,66	1,50

Tabulka CG-34-2. Rychlost kondenzace v neizolovaném potrubí se sytou párou

Velikost potrubí (mm)	m ² na metr potrubí	Tlak páry (barg), zvýšení teploty z 21 °C					
		1 barg 120 °C	2 barg 133 °C	4 barg 152 °C	8,5 barg 177 °C	12 barg 192 °C	17 barg 207 °C
Průtok kondenzátu v kg/h na metr potrubí							
15	0,07	0,19	0,22	0,28	0,39	0,45	0,52
20	0,09	0,22	0,28	0,36	0,49	0,57	0,67
25	0,11	0,28	0,34	0,42	0,58	0,68	0,80
32	0,13	0,34	0,42	0,54	0,73	0,85	1,00
40	0,15	0,39	0,48	0,61	0,82	0,97	1,13
50	0,19	0,49	0,60	0,74	1,01	1,19	1,38
65	0,24	0,58	0,70	0,88	1,21	1,41	1,65
80	0,28	0,68	0,83	1,04	1,43	1,68	1,95
100	0,36	0,86	1,04	1,33	1,80	2,13	2,56

Tabulka CG-34-3. Rychlost kondenzace v žebrovém radiátoru s teplotou vzduchu 18 °C a teplotou páry 102 °C (jen pro účely výběru odvaděče)

	Velikost potrubí (mm)	Velikost žebra (mm)	Počet žebířků na 1 palec	Počet trubek na podpěrách ve vzdálenosti 150 mm	Kondenzát v kg/h na metr potrubí
Ocelové potrubí, ocelová žebra s černým nátěrem	32	82,6	3 až 4	1	1,64
				2	2,98
				3	3,87
	32	108	3 až 4	1	2,38
				2	3,57
				3	4,62
50	108	2 až 3	1	2,23	
			2	3,57	
			3	4,62	
Měděné potrubí, hliníková žebra bez nátěru	32	82,6	4	1	2,38
				2	3,28
				3	4,17
	32	108	5	1	3,28
				2	4,47
				3	5,36

Tabulka CG-34-4. Převodní součinitele pro žebrové radiátory s jinými teplotami než 18 °C vzduch a 102 °C pára

Tlak páry (barg)	Tep. páry (°C)	Teplota vstupujícího vzduchu (°C)						
		7	13	18	21	24	27	32
0,05	101,7	1,22	1,11	1,00	0,95	0,90	0,84	0,75
0,35	108,4	1,34	1,22	1,11	1,05	1,00	0,95	0,81
0,70	115,2	1,45	1,33	1,22	1,17	1,11	1,05	0,91
1,00	120,2	1,55	1,43	1,31	1,26	1,20	1,14	1,00
2,00	133,5	1,78	1,66	1,54	1,48	1,42	1,37	1,21
4,00	151,8	2,10	2,00	1,87	1,81	1,75	1,69	1,51
7,00	170,4	2,43	2,31	2,18	2,11	2,05	2,00	1,81
8,50	177,7	2,59	2,47	2,33	2,27	2,21	2,16	1,96
12,00	191,6	2,86	2,74	2,60	2,54	2,47	2,41	2,21

Ohřivače technologického vzduchu slouží k sušení papíru, dřeva, mléka, škrobu a jiných produktů a dále k předešlému spalovacího vzduchu pro kotle.

K příkladům zařízení tohoto typu patří průmyslové sušárny, tunelové sušárny a předešlé spalovacího vzduchu. Oproti ohřivačům vzduchu pro vytápění prostor pracují ohřivače technologického vzduchu při velmi vysokých teplotách, běžně při 260 °C. Tyto aplikace s extrémně vysokou teplotou vyžadují vysokotlakou (a někdy přehřátou) páru.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

Průtok kondenzátu v ohřivačích technologického vzduchu určete z tohoto vzorce:

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

Kde:

- Q_c = průtok kondenzátu v kg/h
- V = průtok vzduchu v m³/min.
- c = měrná tepelná kapacita vzduchu v kJ/kg/°C (z tabulky CG-62-2, str. CG-62)
- r = hustota vzduchu – 1,2 kg/m³ při 15 °C (teplota přiváděného vzduchu)
- Δt = nárůst teploty ve °C
- r = výparné teplo páry v kJ/kg (viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)

PŘÍKLAD: Jaký by byl průtok kondenzátu v topném hadu tunelové sušárny s průtokem vzduchu 60 m³/min a požadovaným nárůstem teploty 35 °C? Tlak páry je 5 barg. Ze vzorce vypočteme:

$$Q = \frac{60 \times 1 \times 1,2 \times 60 \times 35}{2084}$$

$$Q = 72,5 \text{ kg/h}$$

Po vynásobení bezpečnostním součinitelem 2, který se doporučuje pro všechny ohřivače technologického vzduchu s konstantním tlakem, zjistíme, že budeme potřebovat odvaděč s kapacitou 145 kg/h. Vycházíme z předpokladu jednoho hadu. V případě větších nárůstů teploty budou potřeba další hady zapojené za sebou.

Bezpečnostní součinitele

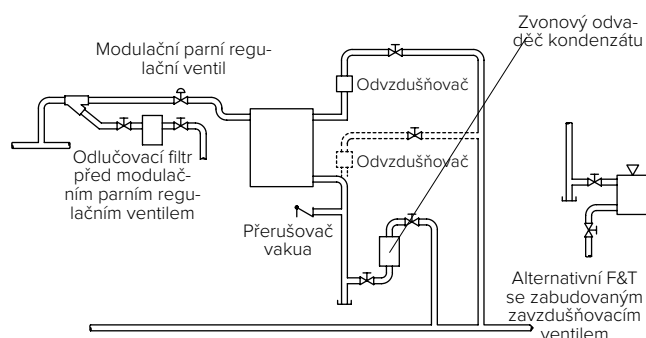
Pro konstantní tlak páry použijte bezpečnostní součinitel 2:1 při provozní tlakové diferencii. Pro proměnný tlak páry použijte bezpečnostní součinitel 3:1 při 1/2 maximální provozní tlakové diference v odvaděči.

Instalace

Potrubí pro celé zařízení pro ohřev technologického vzduchu (včetně všech připojených odvaděčů kondenzátu) musí být navrženo s dostatečnou tolerancí pro roztažnost vlivem velkých výkyvů teplot. Odvaděče se montují 250–300 mm pod hady s lapačem nečistot ve vzdálenosti min. 150 mm. Na ohřivačích s konstantním i modulovaným tlakem instalujte mezi topný had a odvaděč přerušovač vakua. Na každý had instalujte odvzdušňovací ventil pro odvod vzduchu a jiných nekondenzujících plynů, které mohou způsobit rychlou korozi. Viz obrázek CG-35-1

Je-li kondenzát za odvaděčem vytlačován do výšky nebo je přítomen protitlak, zvažte použití bezpečnostního odvaděče. Schéma potrubí a vysvětlení viz strana CG-56.

Obrázek CG-35-1. Ohřivač technologického vzduchu



Tabulka CG-35-1. Tabulka doporučených typů
(Kód funkce viz str. CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Konstantní tlak		Základní volba a kód funkce	Proměnný tlak	
		0–2 barg	Nad 2 barg		0–2 barg	Nad 2 barg
Ohřivače technologického vzduchu	A, B, F, I, K, M	IB	IB	B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	Alternativní volba	F&T	IBLV	Alternativní volba	IBLV	IBLV

* V případě hodnot vyšších než omezení tlaku/teploty pro F&T použijte IBLV.

UPOZORNĚNÍ:

1. Pokud se vyskytují tlaky nižší než atmosférické, instalujte zavzdušňovací ventil.
2. Na přehřátou páru nepoužívejte F&T odvaděče.

Ponorné hady jsou teplosměnné prvky, které jsou ponořené do ohřívajícího, odpařovaného nebo zahušťovaného média. Hady tohoto typu se nacházejí prakticky ve všech závodech nebo institucích využívajících páru. Nejčastěji se jedná o ohříváče vody, vařáky, sací ohříváče, odpařovače a výparníky. Používají se k ohřevu vody v průmyslu i domácnostech, odpařování průmyslových plynů, např. propanu a kyslíku, zahušťování zpracovávaných médií, např. cukru, černého louhu a ropy) a k ohřevu topného oleje pro jeho snadší přepravu a rozstříkávání.

Na určení typu použitého odvodňovače mají vliv různé provozní požadavky, například konstantní nebo proměnný tlak páry. Při výběru odvodňovače hrají roli faktory jako schopnost odvádět vzduch při nízkém diferenčním tlaku, úspory energie a odvádění nečistot a nárazových množství kondenzátu. Výběr správného typu a velikosti odvodňovače pro hady usnadňují standardní metody dimenzování.

Bezpečnostní součinitel

- Konstantní tlak páry.** Zvonové odvodňovače kondenzátu nebo F&T odvodňovače – při proměnném provozním tlaku použijte bezpečnostní součinitel 2:1.
- Proměnný tlak páry.** F&T odvodňovače nebo zvonové odvodňovače.
 - Tlak páry 0–1 barg – 2:1 při tlakové diferencii 0,1 bar.
 - Tlak páry 1–2 barg – 2:1 při tlakové diferencii 0,2 bar.
 - Tlak páry nad 2 barg – 3:1 při 1/2 maximální tlakové diferencii v odvodňovači.
- Konstantní nebo proměnný tlak páry se sifonovým odvodněním.** Použijte automatický diferenční regulátor kondenzátu s bezpečnostním součinitelem 3:1. Alternativou je IBLV s bezpečnostním součinitelem 5:1.

V případě konstantního tlaku páry použijte bezpečnostní součinitel při maximální diferencii. V případě proměnného tlaku páry použijte bezpečnostní součinitel při 1/2 maximální diferencii.

Trubkové výměníky tepla

Jedním typem ponorného hadu je trubkový výměník tepla (obr. CG-36-1). U těchto výměníků jsou trubky umístěné v plášti s omezeným volným prostorem. Je tak zajištěn účinný přestup tepla mezi trubkami a kapalinou proudící v plášti. Ačkoliv pojem „ponorný had“ naznačuje, že v trubkách je pára a trubky jsou ponořené v ohřívající kapalině, možné je i opačné řešení s párou v plášti a kapalinou v trubkách.

Výběr odvodňovače kondenzátu pro trubkové výměníky tepla

Ke stanovení průtoku kondenzátu v trubkových výměnících o známém výkonu použijte následující vzorec.* (Jsou-li známy pouze rozměry topného hadu, použijte vzorec pro vestavěné hady. Nezapomeňte vybrat vhodný koeficient „k“):

$$Q_c = \frac{m \times \Delta t \times c \times 60 \times \text{s.g.}}{r}$$

Kde:

- Qc = průtok kondenzátu v kg/h
- m = průtok kapaliny v l/min
- Δt = nárůst teploty ve °C
- c = měrná tepelná kapacita kapaliny v kJ/kg°C (tabulka CG-62-1, strana CG-62)
- 60 = 60 min/h
- s.g. = relativní hustota kapaliny (tabulka CG-62-1, strana CG-62)
- r = výparné teplo páry v kJ/kg (viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)

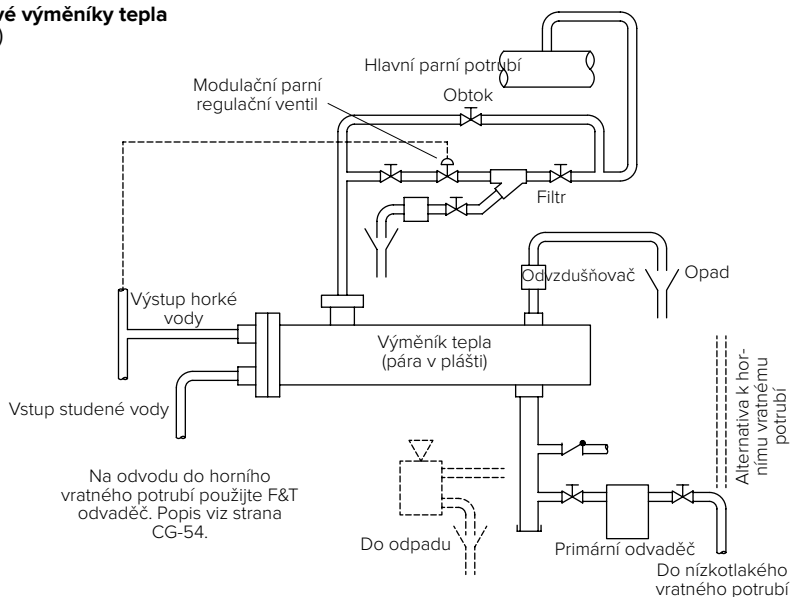
PŘÍKLAD: Předpokládejme průtok vody 30 l/min o vstupní teplotě 20 °C a výstupní teplotě 120 °C. Tlak páry je 1 barg. Určíme průtok kondenzátu:

Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = \frac{30 \text{ l/min} \times 100 \text{ °C} \times 4,18 \text{ kJ/kg°C} \times 60 \times 1}{2\,257 \text{ kJ/kg}} = 333 \text{ kg/h}$$

* **Odvodňovače kondenzátu pro vařáky, výparníky a odpařovače (procesy s tvorbou páry) dimenzujte pomocí vzorce pro VESTAVĚNÉ HADY na straně CG-37.**

Obrázek CG-36-1. Trubkové výměníky tepla
(schéma typického potrubí)



Jak odvodňovat trubkové výměníky tepla a ponorné hady

Empirické pravidlo pro výpočet rychlosti kondenzace v ohřivačích vody: Při ohřevu 500 litrů vody o 1 °C zkondenzuje jeden kilogram páry.

Vestavěné hady

Otevřené nádrže na vodu nebo chemikálie jsou velmi často ohřívány vestavěnými hady (obr. CG-37-1). Kanály pro páru jsou vyrobeny vytlačněním žlábků ve dvou polovinách plátů plechu. Tyto dvě poloviny po svaření vytvoří kanál pro průchod páry, přestup tepla a odvod kondenzátu.

Výběr odvaděče kondenzátu pro vestavěné hady

Když jsou dvě proudící kapaliny oddělené a mají dvě odlišné teploty, jedna z nich se zvyšuje a druhá se snižuje, mezi těmito dvěma kapalinami existuje logaritmický teplotní rozdíl jako mezi párou a kapalinou (nebo vstupem a výstupem výměníku tepla) v t_m .

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

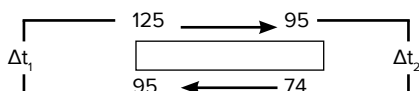
Δt_1 = největší teplotní rozdíl

Δt_2 = nejmenší teplotní rozdíl

Teplotní rozdíl L_n lze s poněkud menší přesností určit z grafu CG-41-1 (strana CG-41).

PŘÍKLAD:

Jaký je logaritmický střední teplotní rozdíl mezi jednou kapalinou ohřívanou ze 74 °C na 95 °C a druhou kapalinou ochlazovanou z teploty 125 °C na 95 °C.



$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= 125 - 95 = 30 \text{ °C} \\ \Delta t_2 &= 95 - 74 = 21 \text{ °C} \end{aligned}$$

Logaritmický střední teplotní rozdíl je:

$$\Delta t_m = \frac{30 - 21}{\ln \left(\frac{30}{21} \right)} = \frac{9}{0,36} = 25 \text{ °C}$$

Pro určení celkové výměny tepla použijeme tento vzorec:

$$H = A \times k \times \Delta t_m$$

Kde:

H = přestup tepla v kJ/h

A = plocha v m²

k = celková rychlost přestupu tepla v kJ/h.m².°C (Tabulka CG-37-2)

Δt_m = logaritmický střední teplotní rozdíl

PŘÍKLAD:

Výhřevná plocha = 8 m²

Přestup tepla = 3 770 kJ/h.m².°C

tlak páry je 1,5 barg nebo 125 °C, výstupní teplota kondenzátu je 125 °C. Vstup studené vody: 74 °C.

Výstup horké vody: 95 °C.

$\Delta t_1 = 125 - 74 = 51 \text{ °C}$

$\Delta t_2 = 125 - 95 = 30 \text{ °C}$

$\Delta t_m = 39,6 \text{ °C}$

Výparné teplo páry při tlaku 1,5 bar = 2 181 kJ/kg

$H = 8 \cdot 3 770 \cdot 39,6 = 1 194 300 \text{ kJ/h}$

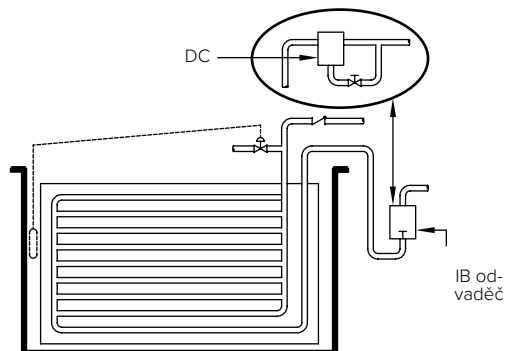
Předpokládáme $\frac{1 194 300}{2 181} = 548 \text{ kg/h}$ páry.

Pro určení správného odvaděče potřebného pro tuto konkrétní situaci vynásobíme průtok kondenzátu příslušným bezpečnostním součinitelem.

Tabulka CG-37-1. Hodnoty koeficientu k pro trubkové hady v kJ/h.m².°C

Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
Pára – voda	1 030 – 4 080	3 055 – 24 285
Trubkové ohřivačky 1 1/2"	3 665	9 210
Trubkové ohřivačky 3/4"	4 080	10 260
Pára – olej	210 – 630	1 025 – 3 055
Pára – vařící kapalina	6 070 – 16 330	—
Pára – vařící olej	1 025 – 3 055	—

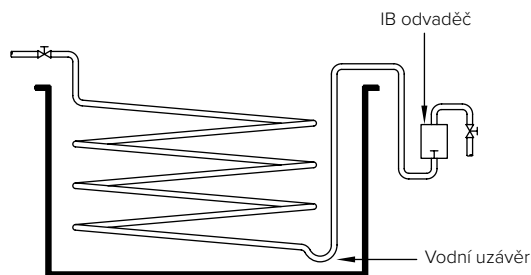
Obrázek CG-37-1. Termostaticky řízený vestavěný had, sifonové odvodnění



Tabulka CG-37-2. Hodnoty koeficientu k pro vestavěné hady v kJ/h.m².°C

Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
Pára – vodné roztoky	2 095 – 4 080	3 055 – 5 650
Pára – lehký olej	840 – 920	1 255 – 2 260
Pára – středně těžký olej	420 – 840	1 025 – 2 050
Pára – Bunker C (těžký olej)	335 – 630	840 – 1 675
Pára – dehtový asfalt	335 – 500	377 – 1 255
Pára – roztavená síra	500 – 710	710 – 920
Pára – roztavený parafín	500 – 710	840 – 1 045
Pára – melasa nebo sirup	420 – 840	1 445 – 1 840
Dowtherm – dehtový asfalt	335 – 630	1 025 – 1 255

Obrázek CG-37-2. Souvislý had, sifonové odvodnění



Trubkové hady

Trubkové hady jsou teplosměnné trubky ponořené v nádobách velkého objemu oproti vlastním hadům (obr. CG-37-2, strana CG-37). To je zásadně odlišuje od trubkových výměníků tepla. Podobně jako vestavěné hady mohou být odvodňovány gravitačně nebo sifonem – záleží na podmínkách v místě instalace. Na rozdíl od vestavěných hadů se trubkové hady většinou instalují do uzavřených nádob.

Výběr odvaděče pro trubkové hady

Průtok kondenzátu pro trubkové hady určíme pomocí jednoho ze vzorců podle toho, které údaje jsou známy. Pokud je známa kapacita, použijte vzorec pro trubkové výměníky tepla. Pokud jsou známy fyzické rozměry, použijte vzorec pro vestavěné hady.

Instalace

Je-li u trubkových výměníků, vestavěných hadů a trubkových hadů použito odvodnění samospádem, odvaděč kondenzátu musí být pod topným hadem. V případě proměnného tlaku použijte přerušovač vakua. Může být součástí F&T odvaděčů nebo namontován vně vstupního potrubí na zvonovém odvaděči. Před odvaděčem umístěte dostatečně velký kalník, který bude sloužit jako zásobník. Bude tak zajištěno odvodnění hadů při maximálním průtoku kondenzátu a minimální tlakové diferencii páry.

Neumožněte stoupání kondenzátu z trubkového výměníku, vestavěného hadu nebo trubkového hadu s modulovanou regulací. Je-li to však nutné, řiďte se těmito doporučeními:

1. Nesnažte se zvednout kondenzát o více než 0,2 bar nad běžnou tlakovou diferencii, ať už před odvaděčem nebo za ním.
2. Pokud ke zvedání kondenzátu dochází za odvaděčem kondenzátu, instalujte nízkotlaký bezpečnostní odvaděč (viz strana CG-56).
3. Dochází-li ke zvedání kondenzátu před odvaděčem kondenzátu (sifonový zdvih), instalujte automatický diferenční regulátor kondenzátu pro účinný odvod veškeré brýdové páry.

Tabulka CG-38-1. Tabulka doporučených typů

(Kód funkce viz strana CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Konstantní tlak		Základní volba a kód funkce	Proměnný tlak	
		0–2 barg	Nad 2 barg		0–2 barg	Nad 2 barg
Trubkové výměníky tepla	B, C, E, F, G, I, K, N, Q	IBLV	IBLV	B, C, G, H, I, L	F&T [†]	F&T [†]
	Alternativní volba	DC F&T	DC *F&T	Alternativní volba	DC IBT	DC IBLV
Vestavěné hady a trubkové hady se sifonovým odvodněním	B, C, E, F, G, H, I, K, N, Q	DC	DC	B, C, G, H, I, L	DC	DC
	Alternativní volba	IBLV	IBLV	Alternativní volba	IBT	IBLV
Vestavěné hady a trubkové hady s gravitačním odvodněním	B, C, E, F, G, I, K, N, Q	IBLV	IBLV	B, C, G, H, I, L	F&T [†]	*F&T [†]
	Alternativní volba	DC F&T	DC F&T	Alternativní volba	DC IBT	DC IBLV

* Pro hodnoty nad uvedené meze tlaku/teploty použijte IBLV.

[†] Je-li nutné odvést nečistoty a velké objemy vzduchu, efektivně lze použít zvonový odvaděč s vnějším termostatickým odvzdušňovacím ventilem.

Upozornění:

1. Pokud se vyskytují tlaky nižší než atmosférické, instalujte zavzdušňovací ventil.
2. V případě zvedání kondenzátu při provozu s proměnným tlakem instalujte bezpečnostní odvaděč.

Jak odvodňovat odpařovače

Odpařovače snižují obsah vody v surovině působením tepla. Běžně se používají v řadě odvětví, zejména v papírenském, potravinářském, textilním, chemickém a ocelářském průmyslu.

Odpařovač je trubkový výměník, v jehož plášti je obvykle pára a surovina proudí trubkami. Podle typu suroviny a požadovaných výsledků může být potřeba více než jedноступňové odpařování. Nejčastější je třístupňové odpařování, ačkoliv v některých aplikacích se používá až pět nebo šest stupňů.

Jednostupňové odpařování

Při nuceném průchodu suroviny trubkami odpařovače je přiváděno teplo, aby se odpařilo určité množství vody. Poté jsou pára ze suroviny a zahuštěná surovina vedeny do oddělovací komory, v níž se pára odvede a může být využita jinde. Koncentrát je pak přečerpán do další části procesu (obr. CG-39-1).

Vícetupňové odpařování

Při použití vícetupňového odpařování se v prvním stupni pro úsporu tepla používá pára z kotle a v dalším stupni se jako zdroj tepla používá pára odpařená ze suroviny. Pára, která vznikne v tomto stupni, se pak použije jako zdroj tepla ve třetím stupni a nakonec ohřívá vodu pro nějaký jiný proces nebo předehřívá surovinu na vstupu (obr. CG-39-2).

Vzhledem k širokému použití odpařovačů pro nejrůznější suroviny může být v jejich konstrukci mnoho proměnných. Průtok páry v odpařovačích se může pohybovat od přibližně 500 kg/h po 50 000 kg/h a tlak páry může být od 10 barg v prvním stupni až po podtlak 60 cm v posledním stupni.

Vzhledem k tomu, že provoz odpařovačů je obvykle nepřetržitý, průtok odváděného kondenzátu je rovnoměrný. Je důležité mít na paměti, že odvaděče je nutné vybírat pro skutečnou tlakovou diferenci v jednotlivých stupních.

Při odvodňování odpařovačů je třeba uvážit tyto tři hlavní faktory:

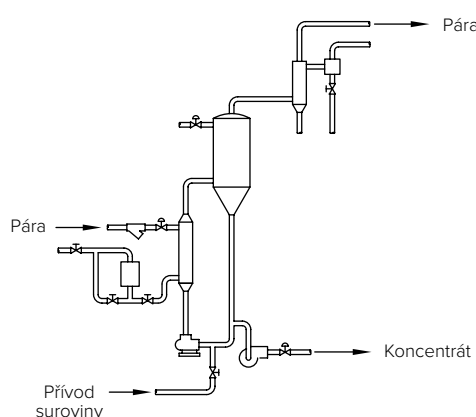
1. velké průtoky kondenzátu,
2. nízké tlakové diference v některých stupních,
3. odvádění vzduchu a nečistot.

Bezpečnostní součinitel

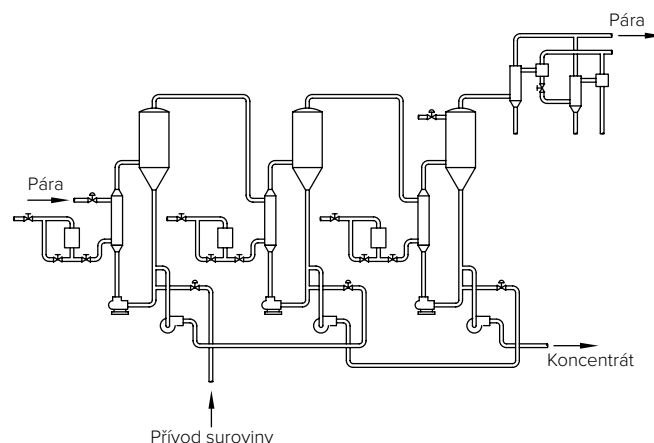
- Při víceméně konstantním a rovnoměrném tlaku by měl postačovat bezpečnostní součinitel 2:1 pro průtok kondenzátu vyšší než 25 000 kg/h.
- Pro průtoky nižší než 25 000 kg/h použijte bezpečnostní součinitel 3:1.

Pro jedno- a vícetupňové odpařovače se doporučují automatické diferenční regulátory kondenzátu. Kromě nepřetržitého provozu nabízejí DC odvaděče i odvod vzduchu a CO₂ při teplotě páry, odvod brýdové páry a okamžitou reakci na náhlý náraz vodní zátky.

Obrázek CG-39-1. Jednostupňový odpařovací systém



Obrázek CG-39-2. Trojstupňový odpařovací systém



Tabulka CG-39-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)			
Odvodňované zařízení	Základní volba, kód funkce a alternativní volby	0 - 2 barg	Nad 2 barg
Jednostupňový odpařovač	A, F, G, H, K, M, P	DC	DC
	Alternativní volby	IBLV F&T	IBLV F&T
Vícetupňový odpařovač	A, F, G, H, K, M, P	DC	DC
	Alternativní volby	IBLV F&T	IBLV F&T

Instalace

Protože je odpařovač v podstatě trubkový výměník s párou v plášti, měly by být ve výměníku tepla samostatné odvzdušňovací ventily. Tyto ventily umístíte všude tam, kde dochází k akumulaci vzduchu, například v klidové zóně pláště. V každém stupni instalujte samostatný odvaděč kondenzátu. Zatímco kondenzát z prvního stupně se může vracet do kotle, kondenzát z následujících stupňů je kontaminován surovinou, a proto se do kotle vracet nesmí.

Výběr odvaděče kondenzátu pro odpařovače

Při výpočtu průtoku kondenzátu pro odpařovače dbejte na výběr správné hodnoty k ($\text{kJ}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$). Obecně lze použít tyto hodnoty k :

- 5 860 pro odpařovače s přirozenou cirkulací a nízkým tlakem páry (do 2 barg),
- 10 050 pro přirozenou cirkulaci s vysokým tlakem (až 3 barg),
- 15 070 pro odpařovače s nucenou cirkulací.

K výpočtu přestupu tepla pro výměníky s konstantním tlakem páry a nepřetržitým průtokem slouží vzorec:

$$H = A \times k \times \Delta t_m$$

Kde:

- H = celkový přestup tepla v kJ za hodinu
- A = plocha vnějšího povrchu hadu v m^2
- k = celková rychlost přestupu tepla v $\text{kJ}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (viz tabulky CG-37-1 a CG-37-2)
- Δt_m = logaritmický střední teplotní rozdíl mezi párou a kapalinou (jako mezi vstupem a výstupem výměníku tepla) ve $^\circ\text{C}$

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \times \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

Kde:

- Δt_1 = největší teplotní rozdíl
- Δt_2 = nejmenší teplotní rozdíl

Logaritmický střední teplotní rozdíl lze odhadnout z nomogramu, viz graf CG-41-1.

PŘÍKLAD:

A = teplosměnné trubky: osm trubek vnějšího průměru 3/4" a délky 3,6 m

$$\frac{8 \times 3,6}{16,7} = 1,7 \text{ m}^2$$

(z tabulky CG-41-3)

$$k = 10\,260 \text{ kJ}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

Podmínky:

- Vstupní voda: $4,5^\circ\text{C}$
- Výstupní voda: $65,5^\circ\text{C}$

tlak páry 8,5 barg nebo teplota páry $178,3^\circ\text{C}$:

$$\Delta t_1 = 178,3^\circ\text{C} - 4,5^\circ\text{C} = 173,8^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 178,3^\circ\text{C} - 65,5^\circ\text{C} = 112,8^\circ\text{C}$$

Po vydělení této hodnoty 4, abychom se dostali do rozsahů hodnot v tabulce CG-41-1, máme:

$$\Delta t_1 = 43,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 28,2^\circ\text{C}$$

Střední rozdíl z grafu je 35°C . Po vynásobení 4 je střední teplotní rozdíl pro původní hodnotu 140°C . V rovnici provedeme substituci:

$$H = 1,7 \text{ m}^2 \times 10\,260 \text{ kJ}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C} \times 140^\circ\text{C} = 2\,441\,880 \text{ kJ}/\text{h}$$

Výparné teplo páry o tlaku 8,5 barg = 2 018 kJ/kg

$$\frac{2\,441\,880 \text{ kJ}/\text{h}}{2\,018 \text{ kJ}/\text{kg}} = 1\,210 \text{ kg}/\text{h}$$

Pro určení potřebné kapacity odvaděče vynásobíme rychlost kondenzace doporučeným bezpečnostním součinitelem.

Jak odvodňovat odpařovače

Tabulka CG-41-1. Hodnoty koeficientu k pro trubkové hady v kJ/h.m².°C

Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
Pára – voda	1 030 – 4 080	3 055 – 24 285
Trubkové ohříváky 1 1/2"	3 665	9 210
Trubkové ohříváky 3/4"	4 080	10 260
Pára – olej	210 – 630	1 025 – 3 055
Pára – vařící kapalina	6 070 – 16 330	-
Pára – vařící olej	1 025 – 3 055	-

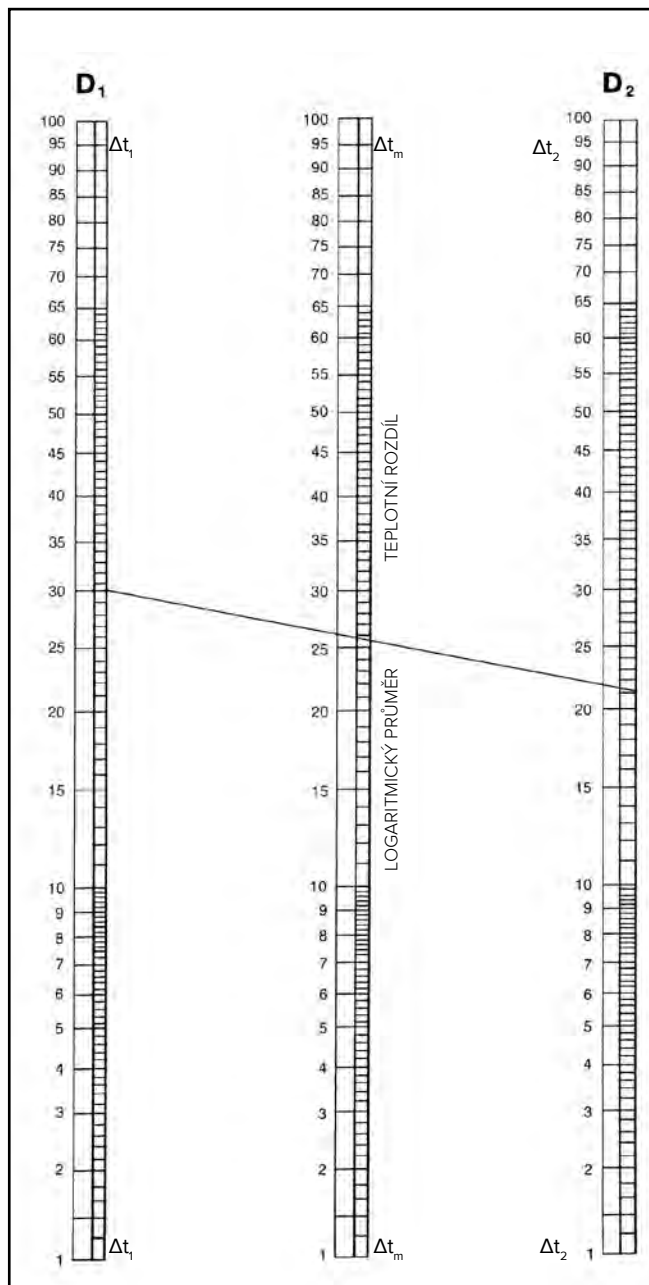
Tabulka CG-41-2. Hodnoty koeficientu k pro vestavěné hady v kJ/h.m².°C

Typ provozu	Cirkulace	
	Přirozená	Nucená
Pára – vodné roztoky	2 095 – 4 080	3 055 – 5 650
Pára – lehký olej	840 – 920	1 255 – 2 260
Pára – středně těžký olej	420 – 840	1 025 – 2 050
Pára – Bunker C (těžký olej)	335 – 630	840 – 1 675
Pára – dehtový asfalt	335 – 500	377 – 1 255
Pára – roztavená síra	500 – 710	710 – 920
Pára – roztavený parafín	500 – 710	840 – 1 045
Pára – melasa nebo sirup	420 – 840	1 445 – 1 840
Dowtherm – dehtový asfalt	335 – 630	1 025 – 1 255

Tabulka CG-41-3. Tabulka pro převod velikostí potrubí (Běžné metry potrubí vydělte koeficientem uvedeným pro velikost a typ potrubí, získáte povrch v metrech čtverečních.)

Velikost potrubí (mm)	Železné potrubí	Měděné nebo mosazné potrubí
15	14,92	25,03
20	11,94	16,70
25	9,51	12,53
32	7,54	10,00
40	6,59	8,36
50	5,28	6,26
65	4,36	4,99
80	3,58	4,17
100	2,78	3,13

Graf CG-41-1. Graf středního teplotního rozdílu pro tepelné výměníky



Spojte největší teplotní rozdíl na stupnici D₁ s nejmenším teplotním rozdílem na stupnici D₂ a odečtete logaritmičtý střední teplotní rozdíl na prostřední stupnici.

Parní duplikátorové kotle jsou v zásadě opláštěné parní vařiče nebo zahušťovače. Používají se na celém světě téměř ve všech průmyslových odvětvích: například při zpracování masa, výrobě papíru a cukru, škváření sádla, zpracování ovoce a zeleniny a přípravě jídel.

Rozlišujeme dva základní typy parních duplikátorových kotlů – s pevným gravitačním odvodněním a nakloněným sifonovým odvodněním. Každý z těchto typů vyžaduje zvláštní způsob odvodu kondenzátu, ačkoliv hlavní problémy s tím spojené jsou společné pro oba typy.

Největším problémem je vzduch zachycený v parním plášti, který má nepříznivý vliv na teplotu. Duplikátorové kotle obvykle pracují v dávkách a zásadním požadavkem je udržení stejnoměrné teploty při „vaření“. Velké množství vzduchu způsobuje značné kolísání teplot a výsledkem může být spálený produkt, případně pomalá výroba. Abychom byli konkrétní, za určitých podmínek může pouhá polovina objemového procenta vzduchu v páře vytvořit na teplosměnné ploše izolační vrstvu a snížit účinnost přestupu tepla až o 50 %. Viz strany CG-14 a CG-15.

Druhým zásadním požadavkem při použití parních duplikátorových kotlů je stálý a důkladný odvod kondenzátu. Hromadění kondenzátu v plášti vede k méně spolehlivé regulaci teploty, nižšímu výkonu kotle a vzniku parních rázů.

Výběr odvaděče kondenzátu pro duplikátorové kotle

Požadovanou kapacitu odvaděče pro duplikátorové kotle lze určit z tohoto vzorce:

$$Q_c = \frac{k \times A \times \Delta t_m}{r}$$

Kde:

Q_c = průtok kondenzátu v kg/h

k = rychlost přestupu tepla v kJ/h.m².°C

A = plocha v m²

Δt_m = logaritmičeský střední teplotní rozdíl mezi párou a kapalinou (jako mezi vstupem a výstupem tepelného výměníku) ve °C. Viz strana CG-40.

r = výparné teplo páry v kJ/kg

PŘÍKLAD: Jaká je doporučená kapacita odvaděče pro gravitačně odvodňovaný duplikátor s vnitřním průměrem 815 mm a provozním tlakem páry 5 barg, v němž se ohřívá kapalina ze 20 °C na 80 °C? Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = \frac{3\,600 \times 1,04 \times 106,19}{2\,047} = 194 \text{ kg/h}$$

k = 3 600 kJ/h.m².°C uvažovaný koeficient k pro nerezovou ocel.

A = 1,04 m² (udává výrobce kotle)

Hodnotu nyní vynásobíme bezpečnostním součinitelem 3, získáme 582 kg/h kondenzátu a zvolíme správný typ a kapacitu odvaděče.

Zvolíme-li alternativní způsob určení množství kondenzátu, použijeme vzorec:

$$Q_c = \frac{V \times s.g. \times c \times \Delta t}{r \times h} \times 60$$

Kde:

Q_c = průtok kondenzátu v kg/h

V = ohřívána kapalina v litrech

$s.g.$ = relativní hustota kapaliny v kg/m³

c = měrná tepelná kapacita kapaliny v kJ/kg.°C

Δt = nárůst teploty kapaliny ve °C

r = výparné teplo páry v kJ/kg

(viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)

h = doba na ohřev produktu v hodinách

PŘÍKLAD: Vyberte odvaděč kondenzátu pro 1000litrový kotel s tlakem páry 0,5 barg pro ohřev suroviny (mléka) o relativní hustotě 1,03 a měrné tepelné kapacitě 3,77 kJ/kg.°C (tabulka CG-62-1, strana CG-62). Z pokojové teploty 20 °C se surovina ohřeje na 80 °C za 30 minut. Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = \frac{1\,000 \text{ l} \times 1,03 \text{ kg/m}^3 \times 3,77 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 60^\circ\text{C}}{2\,226 \text{ kJ/kg} \times 0,5 \text{ h}} = 211 \text{ kg/h}$$

Hodnotu nyní vynásobíme bezpečnostním součinitelem 3, získáme 633 kg/h kondenzátu a zvolíme správný typ a kapacitu odvaděče.

Standardním požadavkům a problémům spojeným s duplikátorovými kotle s pevným gravitačním odvodněním nejlépe vyhovuje zvonový odvaděč kondenzátu.

Zvonový odvaděč odvádí vzduch a CO₂ při teplotě páry a poskytuje celkovou účinnost při protitlaku.

Základním doporučením pro duplikátorové kotle s nakloněným sifonovým odvodněním je automatický diferenční regulátor kondenzátu. Kromě stejných vlastností, jaké má IB, nabízí DC vynikající schopnost odvádět vzduch při velmi nízkém tlaku a vynikající schopnost odvádět brýdovou páru. Je-li pro provoz se sifonovým odvodněním zvolen IB odvaděč, vyberte odvaděč o jednu velikost větší.

Obecná doporučení pro maximální účinnost

Požadovaná rychlost vaření. Protože má na výběr odvaděče velký vliv druh vařené suroviny, v provozech s mnoha kotle by měly být provedeny testy s různými velikostmi odvaděčů ke stanovení velikosti, jež poskytuje nejlepší výsledky.

Přívod páry. Pro přívod páry do duplikátorů použijte dostatečně dimenzované parní potrubí. Pro nejlepší výsledky umístěte vstupní hrdlo v horní části pláště. Mělo by být dražkované, aby byla pára rozváděna po celé ploše pláště.

Instalace

Odvaděče instalujte v blízkosti duplikátoru. Spolehlivost a schopnost odvodu vzduchu můžete dále zvýšit instalací termostatického odvodu vzdušňovacího ventilu v horní části pláště. Viz obr. CG-43-1 a CG-43-2.

Jedním odvaděčem nikdy neodvodňujte dva nebo více duplikátorů. Skupinové odvodňování by vedlo k tepelnému zkratu.

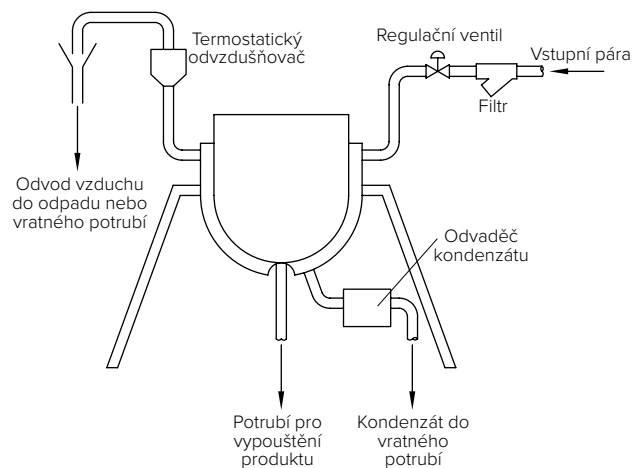
Tabulka CG-42-1. Tabulka doporučených typů

(Kód funkce viz strana CG-9-1.)

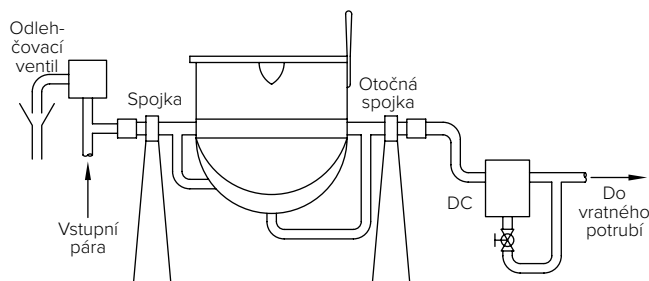
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Duplikátorové kotle, gravitační odvodnění	IBLV B, C, E, K, N	F&T nebo termostatický
Duplikátorové kotle, sifonové odvodnění	DC B, C, E, G, H, K, N, P	IBLV

Jak odvodňovat duplikátorové kotle

Obrázek CG-43-1. Duplikátorový kotel s pevným gravitačním odvodněním



Obrázek CG-43-2. Duplikátorový kotel s nakloněným sifonovým odvodněním



Tabulka CG-43-1. Množství kondenzátu v kg/h pro duplikátorové kotle - půlkulový kondenzační povrch

Je započten bezpečnostní součinitel 3:1. Uvažujeme $k = 3\,600 \text{ kJ/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}$, výchozí teplota 10 °C

Průměr kotle (mm)	Teplota směnný povrch (m ²)	Počet litrů vody v polokouli	Počet litrů vody na 1 mm výšky nad polokouli	Tlak páry (barg)									
				0,35 108 °C	0,7 115 °C	1 120 °C	1,7 130 °C	2,5 139 °C	4 152 °C	5 159 °C	7 170 °C	8,5 178 °C	
460	0,33	26,5	0,16	154	166	176	193	215	237	256	274	291	
485	0,36	30,3	0,18	172	185	196	217	240	264	286	304	324	
510	0,40	34,1	0,20	191	207	219	241	267	296	319	339	362	
560	0,49	45,4	0,25	233	252	267	294	326	360	388	414	441	
610	0,59	60,6	0,29	276	300	317	349	387	428	462	492	524	
660	0,69	75,7	0,34	326	351	373	410	455	503	542	577	616	
710	0,79	94,6	0,39	373	405	428	471	522	576	622	663	707	
760	0,91	117,4	0,45	430	466	494	543	602	665	718	765	816	
815	1,04	140,1	0,52	493	533	564	621	688	760	821	874	932	
865	1,17	170,3	0,59	554	599	635	699	774	854	883	983	1049	
915	1,31	200,6	0,66	620	670	711	782	866	956	1034	1100	1174	
965	1,46	234,7	0,73	691	746	791	870	964	1065	1151	1226	1306	
1015	1,62	276,3	0,81	765	827	877	964	1069	1181	1275	1358	1448	
1070	1,78	318,0	0,89	844	913	967	1064	1179	1302	1407	1498	1598	
1120	1,96	367,2	0,98	928	1002	1064	1170	1297	1431	1546	1647	1756	
1170	2,14	416,4	1,07	1012	1094	1159	1275	1412	1559	1685	1795	1914	
1220	2,35	465,6	1,17	1113	1203	1275	1401	1554	1716	1854	1975	2106	
1370	2,94	673,8	1,48	1397	1509	1599	1759	1950	2153	2327	2478	2642	
1525	3,64	927,4	1,83	1724	1863	1975	2172	2408	2659	2872	3059	3262	
1830	5,24	1601,2	1,89	2483	2683	2844	3128	3468	3829	4136	4405	4697	

Uzavřená komorová zařízení zahrnují deskové lisy pro výrobu překližky a dalších plošných výrobků, formy s parním pláštěm na gumové a plastové díly, autoklávy na tvrzení a sterilizaci a retorty pro vaření.

Výrobek uzavřený v parním lisu

V zařízení tohoto typu se tvarují a vytvrzují lisované plastové a gumové výrobky, např. akumulátorové skříně, hračky, armatury a pneumatiky, a překližka se stlačuje a vytvrzuje lepidlem. Zvláštní formou lisu s parní komorou jen na jedné straně výrobku jsou mandly v prádelnách.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel

Průtok kondenzátu v uzavřených stacionárních zařízeních s parní komorou se určuje z tohoto vzorce:

$$Q_c = A \times R \times SF$$

Kde:

- Q_c = průtok kondenzátu v kg/h
- A = celková plocha desky v kontaktu s výrobkem v m^2
- R = rychlost kondenzace v $kg/h/m^2$
(pro dimenzování odvaděčů kondenzátu lze použít rychlost kondenzace 35 $kg/h/m^2$)
- SF = bezpečnostní součinitel

PŘÍKLAD: Jaký je průtok kondenzátu u deskového lisu se středovou deskou velikosti 600 x 900 mm? Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = 0,54 \text{ m}^2 \times 35 \text{ kg/h/m}^2 \times 3 = 56,7 \text{ kg/h}$$

Na koncových deskách by byla polovina tohoto průtoku.

Bezpečnostní součinitel doporučený pro všechna zařízení tohoto typu je 3:1.

Základní volbou pro zařízení s parní komorou, sušičky a mandly je zvonový odvaděč, protože ze systému odvádí nežádoucí složky, je odolný proti hydraulickým rázům a šetří energii. Přijatelnými alternativami mohou být diskové a termostatické odvaděče kondenzátu.

Instalace

Ačkoliv je průtok kondenzátu na každé desce malý, musí mít každá deska vlastní odvaděč, aby nevznikaly tepelné zkraty, obr. CG-44-1. Zajišťuje tak maximální a rovnoměrná teplota při daném tlaku páry díky účinnému odvodu kondenzátu a nekondenzujících plynů.

Přímé vstříkávání páry do komory s produktem

Tento typ zařízení používá páru v přímém styku s vytvrzovaným, sterilizovaným nebo vařeným výrobkem. Jedná se nejčastěji o autoklávy používané při výrobě gumových a plastových výrobků, sterilizátory chirurgických obvazů a plášťů a retorty pro vaření potravinářských výrobků uzavřených v konzervách.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel

Průtok kondenzátu vypočteme z tohoto vzorce:

$$Q_c = \frac{W \times c \times \Delta t}{r \times h}$$

Kde:

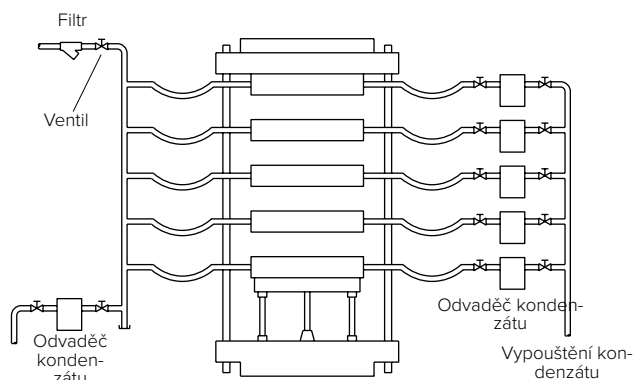
- Q_c = průtok kondenzátu v kg/h
- W = hmotnost produktu v kg
- c = měrná tepelná kapacita produktu v $kJ/kg^\circ C$
(tabulka CG-62-1, strana CG-62)
- Δt = nárůst teploty produktu ve $^\circ C$
- r = výparné teplo páry v kJ/kg
(viz parní tabulky, sloupec 5 na straně CG-10)
- h = doba v hodinách

PŘÍKLAD: Jaký bude průtok kondenzátu v autoklávu obsahujícím 100 kg gumového výrobku, jehož teplotu je třeba zvýšit na 150 $^\circ C$ z výchozí teploty 20 $^\circ C$? Autokláv pracuje při tlaku páry 8 barg a ohřev trvá 20 minut. Ze vzorce vypočteme:

$$Q_c = \frac{100 \text{ kg} \times 2,1 \text{ kJ/kg}^\circ C \times 130 \text{ }^\circ C}{2 \text{ 029 kJ/kg} \times 0,33} = 41 \text{ kg/h}$$

Vynásobíme doporučeným bezpečnostním součinitelem 3:1 a získáme požadovaný průtok – 123 kg/h.

Obrázek CG-44-1. Výrobek uzavřený v parním lisu



Jak odvodňovat uzavřené komorové zařízení se stacionární párou

Protože je pára v kontaktu s výrobkem, dochází ke znečištění kondenzátu. Nádoba je navíc komorou s velkým objemem, která vyžaduje zvláštní pozornost při odstraňování kondenzátu a nekondenzujících plynů. Z těchto důvodů se doporučuje zvonový odvaděč s pomocným termostatickým odvzdušňovačem instalovaným v horní části komory.

Když instalace termostatického odvzdušňovače není možná, musí mít schopnost odstraňovat velké množství vzduchu samotný odvaděč kondenzátu. Jako základní volbu pro velké komory lze použít automatický diferenční regulátor kondenzátu. Jako alternativu pak F&T nebo termostatický odvaděč, před který je vhodné osadit filtr. U termostatického odvaděče jsou nutné pravidelné kontroly volného průtoku.

Instalace

Protože je pára a kondenzát v kontaktu s produktem, kondenzát z odvaděče musí být téměř vždy odveden jinam než zpět do kotle. Prakticky ve všech případech je toto zařízení gravitačně odvodňováno do odvaděče. Za odvaděčem však velmi často dochází ke zvedání kondenzátu. Jelikož je tlak páry obvykle konstantní, nepředstavuje to problém. K zajištění důkladného odvodu vzduchu a rychlejšího ohřevu instalujte v horní části nádoby termostatický odvzdušňovač. Viz obr. CG-45-1.

Produkt v komoře – pára v plášti

Do této skupiny zařízení patří autoklávy, retorty a sterilizátory. Kondenzát zde však není kontaminován vlastním kontaktem s výrobkem a může být vrácen přímo do kotle. Pro účinný provoz jsou stále nutné odvaděče kondenzátu se schopností čištění a odvodu velkého množství vzduchu.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel

Odvaděče kondenzátu pro zařízení typu „produkt v komoře – pára v plášti“ dimenzujeme pomocí stejného vzorce, který byl uveden pro přímé vstřikování páry. Bezpečnostní součinitel je také 3:1.

Doporučeným typem je zvonový odvaděč, protože uchovává energii páry, čistí systém a je odolný proti hydraulickému rázu.

Ke zlepšení schopnosti odvádět vzduch se IB odvaděč používá v kombinaci s termostatickým odvzdušňovačem v horní části komory. Jako alternativu lze použít F&T nebo termostatický odvaděč. U velkých komor, kde není možné instalovat odvzdušňovač, lze jako základní volbu také použít automatický diferenční regulátor kondenzátu.

Instalace

V zařízení typu „produkt v komoře – pára v plášti“ se pára a kondenzát nedostávají do kontaktu s produktem a lze je odvádět do vratného kondenzátního potrubí. Kde je to možné, v nejvyšším bodě parní komory umístíte pomocný termostatický odvzdušňovač. Viz obr. CG-45-2.

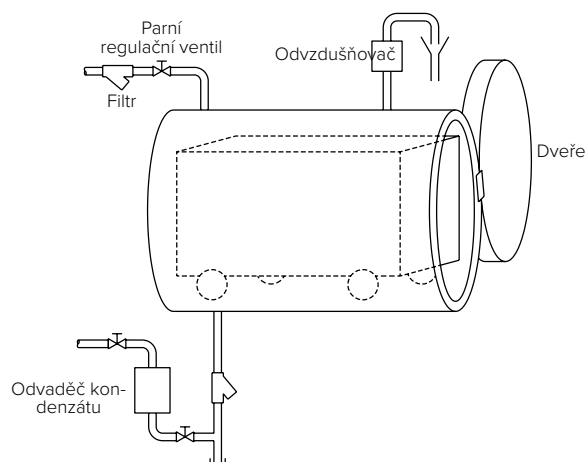
Tabulka CG-45-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volby
Výrobek uzavřený v parním lisu	IB A, B, E, K	CD a Termostatický
Přímé vstřikování páry do komory s produktem	*IB A, B, E, H, K, N, Q	**DC
Produkt v komoře – pára v plášti	*IB A, B, E, H, K	Termostatický a F&T a **DC

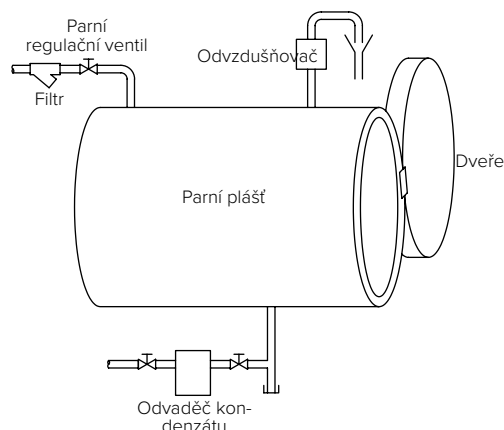
* Doporučuje se pomocný odvzdušňovač.

** Základní volba pro velkoobjemové nádoby.

Obrázek CG-45-1. Přímé vstřikování páry do komory s produktem



Obrázek CG-45-2. Produkt v komoře – pára v plášti



U rotačních sušiček rozlišujeme dva typy, které se podstatně liší jak funkcí, tak principem provozu. První typ suší produkt tím, že dochází k jeho kontaktu s vnějším povrchem válce naplněného párou. Druhý typ udržuje produkt uvnitř rotujícího válce, ve kterém jsou parní trubky sloužící k sušení produktu přímým kontaktem s trubkami. V některých aplikacích se také používá parní plášť obklopující válec.

Bezpečnostní součinitel

Bezpečnostní součinitel pro oba druhy sušiček závisí na typu zvoleného odvodňovacího zařízení.

■ Pokud instalujete automatický diferenční regulátor kondenzátu (DC), použijte bezpečnostní součinitel 3:1 podle maximálního průtoku. Je tak zajištěna dostatečná kapacita pro odvod brýdové páry, velkých vodních zátek, vyrovnávání kolísání tlaku a odstraňování nekondenzujících plynů. DC odvaděč tyto funkce vykonává při konstantním i proměnném tlaku.

■ Pokud použijete zvonový odvaděč s velkým odvzdušňovačem, zvyšte bezpečnostní součinitel, aby byl kompenzován velký objem vyskytujících se nekondenzujících plynů a brýdové páry. Za podmínek konstantního tlaku páry použijte bezpečnostní součinitel 8:1. V případě proměnného tlaku jej zvyšte na 10:1.

Rotující válec vyplněný párou a produktem vně

Tyto sušičky se běžně používají v papírenském, textilním, potravinářském průmyslu a při výrobě plastů a nejčastěji se jedná o sušicí sudy, bubnové sušičky, mandly a stroje na sušení papíru. Jejich pracovní rychlost se pohybuje od 1 nebo 2 ot/min po obvodovou rychlost až 5 000 mm/min. Provozní tlak páry se pohybuje od podtlaku po více než 14 barg. Průměry se mohou pohybovat od 150 mm nebo 200 mm po 4 000 mm či více. U všech případů je nutné sifonové odvodnění a s kondenzátem bude odcházet i brýdová pára.

Výběr odvaděče kondenzátu

Průtok kondenzátu lze určit z tohoto vzorce:

$$Q_c = \pi d \times R \times W$$

Kde:

Q_c = průtok kondenzátu v kg/h
 d = průměr sušičky v m
 R = rychlost kondenzace v kg/h/m²
 W = šířka sušičky v m

PŘÍKLAD: Určete průtok kondenzátu v sušičce o průměru 1 500 mm, šířce 3 000 mm a rychlosti kondenzace 35 kg/h/m². Ze vzorce vypočteme:

$$\text{Průtok kondenzátu} = \pi(1,5) \times 35 \times 3 = 495 \text{ kg/h}$$

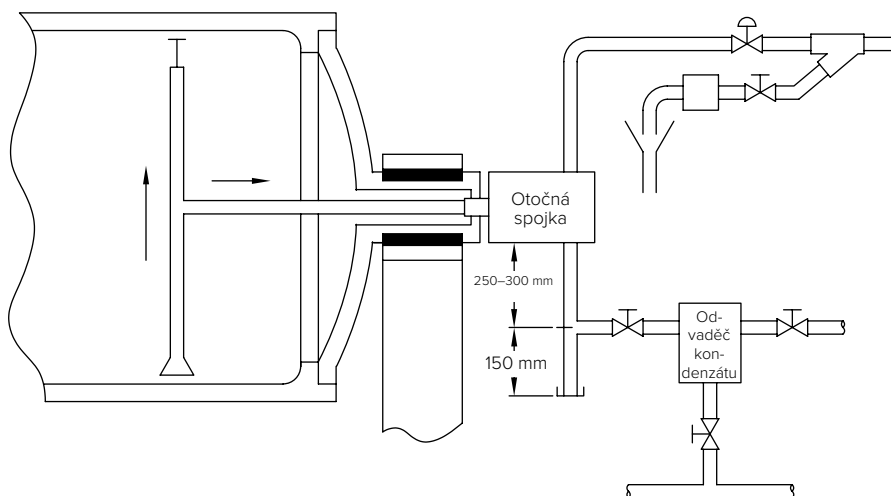
Doporučenou základní volbou je DC odvaděč díky schopnosti odvádět brýdovou páru a vodní zátky a čistit systém. Při správném dimenzování může být vhodný i IBLV odvaděč.

Tabulka CG-46-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volby
Rotační sušičky	DC A, B, K, M, P, N	IBLV*

* U konstantního tlaku použijte bezpečnostní součinitel 8:1 a u proměnného tlaku 10:1.

Obrázek CG-46-1. Sušička s produktem vně



Otáčející se válec odvodňovaný sifonem – vnitřní sifon obklopený párou. Určité množství kondenzátu unikne zpět do páry v sifonové trubce s parním pláštěm a sifonovému sání při vypouštění.

Jak odvodňovat rotační sušičky se sifonovým dvodněním

Produkt uvnitř rotační sušičky vytápěné párou

Sušičky tohoto typu se používají při výrobě masových konzerv a v potravinářském průmyslu. Jde například o sušičky obilí, rotační potravinářské pece a sušičky fazolí a bobů.

Otáčejí se poměrně pomalu, obvykle jen několik otáček za minutu, kdežto tlak páry se může pohybovat od 0 do 10 barg. Kvůli těmto nízkým rychlostem se otáčejí se kondenzát prakticky ve všech případech hromadí na dně sběrné komory. Opět bude nutné sifonové odvodnění a během odvodu kondenzátu se bude tvořit brýdová pára.

Výběr odvaděče kondenzátu

Průtok kondenzátu vznikající v těchto sušičkách lze určit z tohoto vzorce:

$$Q_c = N \times L \times R \times S$$

Kde:

- Q_c = průtok kondenzátu v kg/h
- N = počet trubek
- L = délka trubek v m
- R = rychlost kondenzace v kg/h/m² (nejčastěji 30–45 kg/h/m²)
- S = vnější povrch trubky v m²/m (viz tabulka CG-47-1)

PŘÍKLAD: Jaký bude průtok kondenzátu v rotační peci obsahující 30 ocelových trubek 1 1/4" délky 3 m při rychlosti kondenzace 40 kg/h/m²?

Ze vzorce vypočteme:

$$Q = 30 \times 3 \text{ m} \times 40 \text{ kg/h/m}^2 \times 0,13 \text{ m}^2/\text{m} = 468 \text{ kg/h}$$

Pro tyto sušičky se doporučuje diferenční regulátor díky jeho schopnosti čištění a odvodu brýdové páry.

Použití IBLV u některých aplikací vyžaduje správné dimenzování.

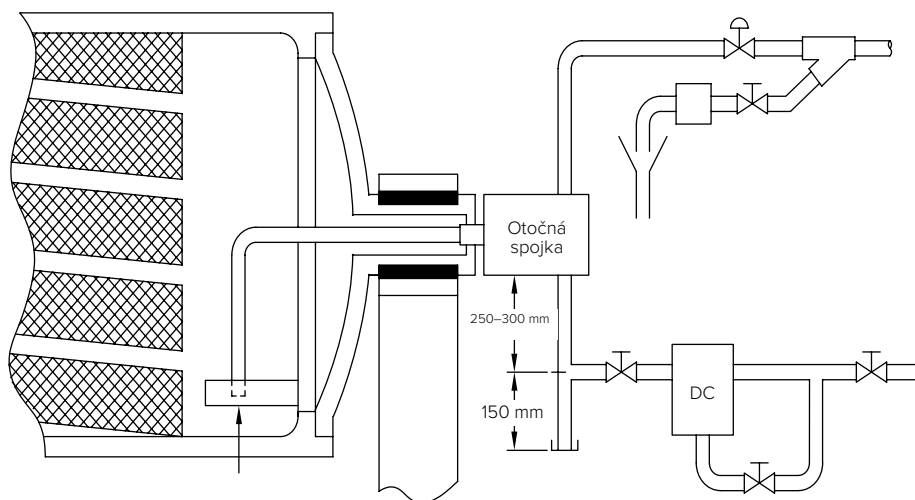
Instalace

Odvod kondenzátu se ve všech případech provádí přes otočnou spojku, obr. CG-46-1 a CG-47-1. DC odvaděč by měl být umístěn 250–300 mm pod otočnou spojkou s kalníkem 150 mm. Mají funkci zásobníku k zachycení rázových množství kondenzátu a kotelního kamene.

Tabulka CG-47-1. Charakteristiky potrubí pro výpočet ztrát sáláním

Velikost potrubí		Vnější průměr	Vnější povrch	Hmotnost
Palce	DN	mm	m ² /m	kg/m
1/8"	6	10,2	0,03	0,49
1/4"	8	13,5	0,04	0,77
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	0,69	31,00
10"	250	273,0	0,86	41,60
12"	300	324,0	1,02	55,60
14"	350	355,0	1,12	68,30
16"	400	406,0	1,28	85,90
20"	500	508,0	1,60	135,00

Obrázek CG-47-1. Produkt uvnitř sušičky



Otáčející se válec odvodňovaný sifonem – vnitřní sifon obklopený párou. Určité množství kondenzátu unikne zpět do páry v sifonové trubce s parním pláštěm a sifonovému sání při vypouštění.

Jsou-li horký kondenzát nebo kotlová voda pod tlakem přivedeny do prostředí s nižším tlakem, část se znovu odpaří a vzniklá pára se nazývá brýdová pára. Entalpie brýdové páry je stejná jako entalpie ostré páry stejného tlaku. Toto cenné teplo však není využito, pokud uniká otvorem v akumulační nádobě. Při správném navržení a instalaci systému regenerace brýdové páry je možné její výparné teplo využít pro vytápění prostoru, ohřev či přehřev vody, oleje a jiných kapalin a pro technologický ohřev při nízkých tlacích.

Je-li k dispozici odpadní pára, lze ji zkombinovat s brýdovou párou. V jiných případech bude nutné brýdovou páru doplnit přidavnou ostrou párou se sníženým tlakem. Skutečné množství vznikající brýdové páry se liší podle tlakových poměrů. Čím je vyšší rozdíl mezi vstupním tlakem a tlakem na výstupní straně, tím větší bude množství vznikající brýdové páry.

Podrobné informace pro určení přesného procentuální množství brýdové páry vznikající za určitých podmínek jsou uvedeny na straně CG-11.

Výběr odvaděče kondenzátu

Průtok kondenzátu lze vypočítat z tohoto vzorce:

$$Q_c = L - \frac{L \times P}{100}$$

Kde:

Q_c = průtok kondenzátu v kg/h (odváděný odvaděčem)
 L = průtok kondenzátu do nádrže na brýdovou páru v kg/h
 P = procentuální podíl brýdové páry

PŘÍKLAD: Určete průtok kondenzátu v expanzní nádrži, pokud je přiváděno 2 300 kg/h kondenzátu při tlaku 7 barg a v nádrži je tlak 0,7 barg. Z grafu na straně CG-11 určíme, že procentuální podíl brýdové páry je $P = 10,5\%$. Ze vzorce vypočteme:

$$Q = 2\,300 - \frac{(2\,300 \times 10,5)}{100} = 2\,059 \text{ kg/h}$$

Vzhledem k významu úspor energie a provozu s protitlakem se pro provoz s brýdovou párou nejlépe hodí zvonový odvaděč kondenzátu s velkým odvzdušňovacím otvorem ve zvonu. IB odvaděč navíc pracuje přetřžitě s odvodem vzduchu a CO_2 při teplotě páry.

V některých případech je přijatelnou alternativou plovákový a termostatický odvaděč. Jednou z výhod F&T je jeho schopnost odvádět velké průtoky při náběhu.

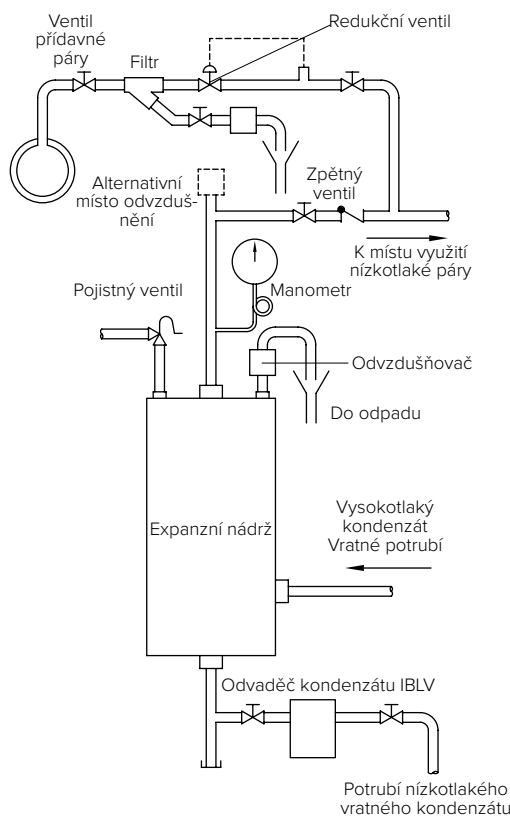
Procentuální podíl brýdové páry vytvořené při vypuštění kondenzátu do prostředí s nižším tlakem je uveden v grafu CG-11-1 (strana CG-11).

V mnoha případech může být upřednostněn třetí typ zařízení, automatický diferenční regulátor kondenzátu. Má nejlepší vlastnosti obou odvaděčů IB a F&T a doporučuje se pro velké průtoky kondenzátu, které překračují odlučovací možnosti expanzní nádrže.

Bezpečnostní součinitel

Z důvodu většího množství kondenzátu při náběhu a proměnném zatížení během provozu společně s malou tlakovou diferencí je nutné pro odvodňování expanzních nádrží použít bezpečnostní součinitel 3:1.

Obrázek CG-48-1. Schéma typického potrubí expanzní nádrže



Tabulka CG-48-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)		
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Expanzní nádrže	IBLV B, E, M, L, I, A, F	F&T nebo *DC

* Doporučuje se tam, kde množství kondenzátu překračuje odlučovací možnosti expanzní nádrže.

Nádrž brýdové páry s přidavnou ostrou párou a doporučenými armaturami a přípojkami. Zpětné ventily na vstupním potrubí zabráňují ztrátám brýdové páry, když se potrubí nepoužívá. Když brýdovou páru nelze využít, použije se obtok. Pojistné ventily zamezují nárůstu tlaku a rušení činnosti vysokotlakých odvaděčů kondenzátu. Redukční ventil snižuje vysoký tlak páry na tlak brýdové páry, aby je bylo možné smíchat pro technologické účely nebo ohřev.

Jak odvodňovat expanzní nádrže

Instalace

Kondenzátní sběrné potrubí obsahuje brýdovou páru a kondenzát. Pro regeneraci brýdové páry je sběrač vratného kondenzátu zaústěn do expanzní nádrže, z níž se kondenzát vypustí, a pára je pak vedena z expanzní nádrže do míst jejího využití, viz obr. CG-58. Protože v expanzní nádrži vzniká protitlak působící na odvaděče kondenzátu s vývodem do nádrže, je nutné tyto odvaděče volit s ohledem na jejich schopnost fungovat při protitlaku s dostatečnou kapacitou při existujících diferenčních tlacích.

Kondenzátní potrubí musí být směrem k expanzní nádrži vespádované a je-li do expanzní nádrže zaústěno více než jedno potrubí, každé z nich musí být vybaveno zpětnou klapkou. Pokud se některé potrubí nepoužívá, bude od ostatních odděleno a nebude do něj vnikat nevyužitá brýdová pára. Pracuje-li odvaděč při nízkém tlaku, je třeba zajistit gravitační odvodnění do akumulací nádoby s kondenzátem.

Obecně by umístění expanzní nádrže mělo splňovat požadavek na maximální množství brýdové páry a minimální délku potrubí.

Kondenzátní potrubí, expanzní nádrž a potrubí nízkotlaké páry je třeba izolovat, aby nevznikaly ztráty energie brýdové páry sáláním. Nedoporučuje se instalovat rozprašovací hubice na vstupní trubku v nádobě. Mohlo by dojít k jejímu zahlcení, zastavení průtoku kondenzátu a vzniku protitlaku na odvaděče.

Nízkotlaké zařízení využívající brýdovou páru je vhodné jednotlivě odvodnit se zaústěním do nízkotlakého vratného potrubí. Z expanzní nádrže je nutné odvádět velké objemy vzduchu. K tomu slouží termostatický odvzdušňovač, který odvádí vzduch a zamezuje jeho vniknutí do nízkotlakého systému.

Rozměry expanzních nádrží

Expanzní nádrž je obvykle zhotovena z kusu potrubí velkého průměru s přivařenými nebo přišroubovanými čely. Nádrž se montuje ve vertikální poloze. Výstup páry je nahoře a výstup kondenzátu dole. Vstup kondenzátu by měl být 150 až 200 mm výše než výstup kondenzátu.

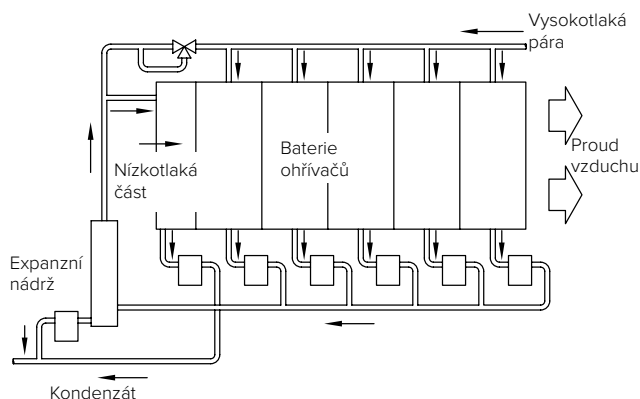
Důležitým rozměrem je vnitřní průměr. Musí být takový, aby vzestupná rychlost brýdové páry k výstupu byla dostatečně nízká na to, aby množství vody unášené párou bylo jen malé. Je-li vzestupná rychlost nízká, výška nádrže nehraje roli, ale obvykle se používá výška 700–1 000 mm.

Bylo zjištěno, že rychlost páry vyšší než 3 m za sekundu uvnitř expanzní nádrže zajišťuje dostatečné oddělení páry a vody. Na základě toho byly vypočteny hodnoty vhodného vnitřního průměru pro různá množství brýdové páry. Výsledky jsou vyneseny do grafu CG-49-1. Tato křivka udává nejmenší doporučené vnitřní průměry. Je-li to výhodnější, lze použít větší nádrž.

Graf CG-49-1 nebere v úvahu tlak – pouze hmotnost. Ačkoliv jsou objem páry a vzestupná rychlost při vyšším tlaku nižší, je vlivem větší hustoty páry nutné počítat s náchylností ke strhávání vody párou. Proto se ke zjištění vnitřního průměru doporučuje používat graf CG-49-1 bez ohledu na tlak. Další informace o expanzních nádržích Armstrong jsou uvedeny na straně CRE-256.

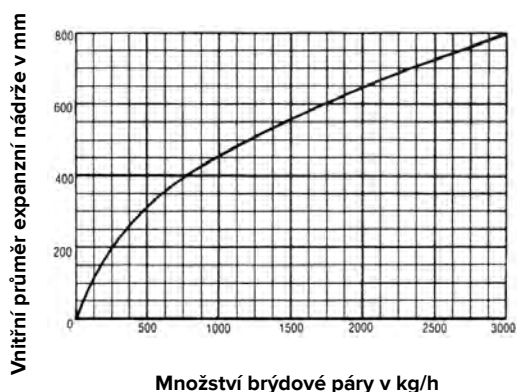
Obrázek CG-49-1. Regenerace brýdové páry z baterie ohřivačů vzduchu

Z expanzní nádrže je přiváděna brýdová pára, která se smísí s ostrou párou, jejíž tlak se pomocí redukčního ventilu sníží na tlak brýdové páry.



Graf CG-49-1. Stanovení vnitřního průměru expanzní nádrže pro odvádění daného množství brýdové páry

Na vodorovné stupnici najdete množství brýdové páry (v kg/h), naleznete bod na křivce a na svislé stupnici odečtete průměr v mm.



Absorpční chladicí zařízení chladí vodu pro klimatizaci nebo pro technologické účely odpařováním vodného roztoku, nejčastěji bromidu lithného. Pára je zdrojem energie pro fázi koncentrace a s výjimkou elektrických čerpadel je v celém cyklu jediným zdrojem energie.

Odvaděč kondenzátu instalovaný na absorpčním chladicím zařízení musí odvádět velká množství kondenzátu a vzduch za podmínek nízkého, proměnného tlaku.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

Průtok kondenzátu v kg/h tvořeného v jednostupňovém nízkotlakém (obvykle do 1 barg) absorpčním parním zařízením určíme vydělením jeho chladicího výkonu v kJ/h hodnotou 2 100 (množství páry v kg/h potřebné pro výrobu jedné tuny ochlazeného produktu). Tato hodnota představuje spotřebu při jmenovitém výkonu stroje.

PŘÍKLAD: Kolik kondenzátu vznikne v jednostupňovém parním absorpčním zařízení se jmenovitým výkonem 2 512 000 kJ/h?

Výkon zařízení 2 512 000 kJ/h vydělíme hodnotou 2 100 a získáme průtok kondenzátu – 1 200 kg/h.

Bezpečnostní součinitel 2:1 je nutné uplatnit na celou kapacitu průtoku kondenzátu a odvaděč kondenzátu musí být schopen tento průtok odvést při tlakové diferencii 0,1 bar. Znamená to, že pro zařízení v našem příkladu by byl potřeba odvaděč schopný odvádět 2 400 kg/h kondenzátu při tlaku 0,1 bar se schopností fungovat při maximální tlakové diferencii, nejčastěji 1 bar.

Dvoustupňová absorpční zařízení naproti tomu pracují při vyšším tlaku páry 10 barg. Oproti jednostupňovým zařízením mají tu výhodu, že mají nižší spotřebu energie na 1 kJ chlazení.

PŘÍKLAD: Kolik kondenzátu vznikne ve dvoustupňovém parním absorpčním zařízení se jmenovitým výkonem 1 675 000 kJ/h?

Výkon zařízení 1 675 000 kJ/h vydělíme hodnotou 4 200 a získáme průtok kondenzátu – 400 kg/h.

U dvoustupňových parních absorpčních zařízení se používá bezpečnostní součinitel 3:1. V našem příkladu by tedy byl potřeba odvaděč kondenzátu s kapacitou 1 200 kg/h. Při tlacích nad 2 barg musí být kapacity odvaděče dosaženo při 1/2 maximální tlakové diference, která je v příkladu 5 bar. Při tlacích pod 2 barg musí být kapacity odvaděče dosaženo při tlakové diferencii 0,15 bar. Odvaděč však musí být stále schopen pracovat při maximálním vstupním tlaku 10 barg.

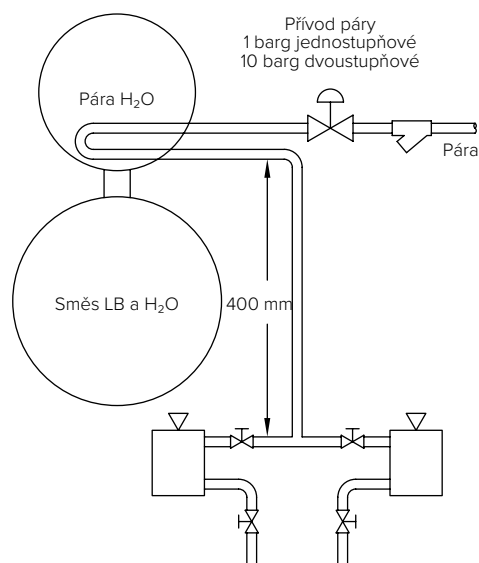
K odvodňování jednostupňových i dvoustupňových parních absorpčních zařízení se ideálně hodí F&T odvaděč se zabudovaným zavzdušňovacím ventilem. Zajišťuje rovnoměrný, modulovaný průtok kondenzátu a energeticky úsporný provoz. Přijatelnou variantou může být také zvonový odvaděč s vnějším termostatickým odvzdušňovacím ventilem.

Instalace

Odvaděč kondenzátu se montuje pod parní had absorpčního zařízení s kalnikem ve výšce alespoň 400 mm (obr. CG-50-1). Je tak zajištěn minimální diferenční tlak 0,1 bar v odvaděči. Bez ohledu na typ použitého odvaděče se pro tuto aplikaci doporučuje záložní odvodňovací systém. V případě, že je nutná údržba některé součásti odvodňovacího systému, absorpční zařízení může během oprav fungovat se záložním systémem. Je tak zajištěn nepřetržitý a nepřerušovaný provoz.

Velmi vysoké průtoky kondenzátu v některých případech k odvodu normálního průtoku vyžadují použití dvou paralelních odvaděčů.

Obrázek CG-50-1. Všeobecně používaný způsob vedení potrubí parního absorpčního zařízení se záložním odvodňovacím systémem.



F&T se zabudovaným zavzdušňovacím ventilem s odvodněním do gravitačního vratného potrubí

Tabulka CG-50-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz strana CG-9.)		
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Parní absorpční zařízení	F&T A, B, G	*IB

POZNÁMKA: Je nutné zajistit zavzdušňovací ventil a záložní systém.
* S externím termostatickým odvzdušňovacím ventilem.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

V této tabulce jsou uvedena doporučení pro odvaděče, jejichž použití je v různých aplikacích neefektivnější. Doporučené bezpečnostní součinitele zajišťují správný provoz za proměnných podmínek.

Podrobnější informace o doporučených odvaděčích a bezpečnostních součinitelích sdělí zástupce společnosti Armstrong.

Tabulka CG-51-1.			
Aplikace	Základní volba	Alternativní volba	Bezpečnostní součinitel
Sběrač páry (přehřáté)	IBLV	F&T	1,5:1
	IBCV Leštěný	Membránový	Najížděcí zatížení
Hlavní parní potrubí a potrubní větve (nezamrzá) (zamrzá)	IB (CV při proměnném tlaku)	F&T	2:1, 3:1 je-li hlavní potrubí před ventilem nebo na potrubní větvi
	IB	Termostatický nebo diskový	Viz výše
Separátor vlhkosti Kvalita páry 90 % nebo méně	IBLV	DC	3:1
	DC	–	
Topná potrubí	IB	Termostatický nebo diskový	2:1
Topné soustavy a vzduchotechnické soustavy (konstantní tlak) (proměnný tlak 0–1 barg) (proměnný tlak 1–2 barg) (proměnný tlak > 2 barg)	IBLV	F&T	3:1
	F&T	IBLV	2:1 při diferenci 0,1 bar
			2:1 při diferenci 0,2 bar
			3:1 při 1/2 max. tlakové diference
Žebrové radiátory a trubkové hady (konstantní tlak) (proměnný tlak)	IB	Termostatický	3:1 pro rychlý ohřev 2:1 normálně
	F&T	IB	
Ohříváče technologického vzduchu (konstantní tlak) (proměnný tlak)	IB	F&T	2:1
	F&T	IBLV	3:1 při 1/2 max. tlakové diference
Parní absorpční zařízení (chladič)	F&T	IB vnější odvodušňovač	2:1 při diferenci 0,1 bar
Trubkové výměníky tepla, trubkové a vestavěné hady (konstantní tlak)	IB	DC nebo F&T	2:1
	(proměnný tlak)	F&T	DC nebo IBT (když > 2 barg IBLV)
Jednostupňové a vícestupňové odpařovače	DC	IBLV nebo F&T	2:1, je-li zatížení 25 000 kg/h, použijte 3:1
Duplikátorové kotle (gravitační odvodnění) (sifonové odvodnění)	IBLV	F&T nebo termostatický	3:1
	DC	IBLV	
Rotační sušičky	DC	IBLV	3:1 pro DC, 8:1 pro IB s konstantním tlakem, 10:1 pro IB s proměnným tlakem
Expanzní nádrže	IBLV	DC nebo F&T	3:1

IBLV = Zvonový odvaděč s velkým odvodušňovačem
 IBCV = Zvonový odvaděč s vnitřním zpětným ventilem
 IBT = Zvonový odvaděč s termostatickou komorou
 F&T = Plovákový a termostatický
 DC = Diferenční regulátor kondenzátu

Jsou-li hodnoty tlaku vyšší, než maximální uvedené pro F&T nebo je-li pára znečištěná, použijte IB odvaděč. Není-li uvedeno jinak, všechny bezpečnostní součinitele jsou uvedeny při provozní tlakové diferenci.

Provozní tlak a teplota mohou být omezeny v závislosti na třídě zvolené příruby.

Tabulka CG-52-1. PMA (maximální dovolený tlak) -TMA (maximální dovolená teplota)

	--10 / --11	--22	1013	11AV/LD 180/181LD	22AV/LD	13AV/LD
SW, NPT a BSPT	28 bar při 427 °C	45 bar při 315 °C	31 bar při 427 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
150SS	11 bar při 200 °C	11 bar při 200 °C	11 bar při 200 °C	16 bar při 38 °C	16 bar při 38 °C	16 bar při 38 °C
150CS	14 bar při 200 °C	14 bar při 200 °C	14 bar při 200 °C	20 bar při 38 °C	20 bar při 38 °C	20 bar při 38 °C
PN40SS	26 bar při 250 °C	26 bar při 250 °C	26 bar při 250 °C	34 bar při 38 °C	40 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
PN40CS	28 bar při 290 °C	30 bar při 250 °C	30 bar při 250 °C	34 bar při 38 °C	40 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
300SS	28 bar při 225 °C	28 bar při 225 °C	28 bar při 225 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
300CS	28 bar při 427 °C	42 bar při 250 °C	31 bar při 410 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
600SS	28 bar při 427 °C	45 bar při 315 °C	31 bar při 427 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
600CS	28 bar při 427 °C	45 bar při 315 °C	31 bar při 427 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
PN63SS	28 bar při 427 °C	40 bar při 250 °C	31 bar při 427 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C
PN63CS	28 bar při 400 °C	41 bar při 315 °C	31 bar při 400 °C	34 bar při 38 °C	41 bar při 38 °C	39 bar při 38 °C

Tabulka CG-52-2. DPMX (maximální diferenční tlak)

1010		1011		1022		1810		1811		1822		1013	
Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)	Orifice	ΔPMX (bar)
3/16	1,4	1/4	1	5/16	1	3/16	1,8	1/4	1	1/4	2,8	1/2	1
1/8	5,5	3/16	2	1/4	2	5/32	3,5	3/16	2	3/16	5,5	3/8	2
7/64	8,5	5/32	5	3/16	5	1/8	8	5/32	5	5/32	8,5	5/16	4
č. 38	11	1/8	8,5	5/32	8,5	7/64	10,5	1/8	8,5	1/8	17	9/32	5,5
–	–	7/64	14	1/8	14	č. 38	14	7/64	14	7/64	21	1/4	8,5
–	–	č. 38	17	7/64	21	–	–	č. 38	17	č. 38	45	7/32	12,5
–	–	5/64	28	č. 38	45	–	–	5/64	28	–	–	3/16	17
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5/32	31

Před instalací

Potrubí zaústěte do odvaděče kondenzátu. Před instalací odvaděče potrubí vyčistěte profouknutím párou nebo stlačeným vzduchem. (Po tomto odkalení vyčistěte sítko filtrů.)

Požadavky na umístění odvaděče

Přístupnost pro prohlídky a opravy.
Je-li to možné, pod nejnižší bod.
V blízkosti nejnižšího bodu.

Zapojení odvaděčů. Nejčastější typy zapojení jsou uvedeny na obr. CG-53-1 (níže) až CG-57-3 na stranách CG-56 až CG-57.

Uzavírací ventily před odvaděči jsou nutné v případě, že odvaděče odvodňují hlavní parní potrubí, velké ohřivače vody atp., které nelze při údržbě odvaděče uzavřít. Nejsou nutné u malých parou vyhřívaných strojů, například u mandlu. Obvykle postačuje uzavírací ventil na přívodu páry do stroje.

Uzavírací ventily v odvodňovacím potrubí odvaděče jsou nutné v případě, že odvaděč má obtok. Dále se doporučují pro vysoké tlaky ve výstupním sběrači. Viz též zpětné ventily.

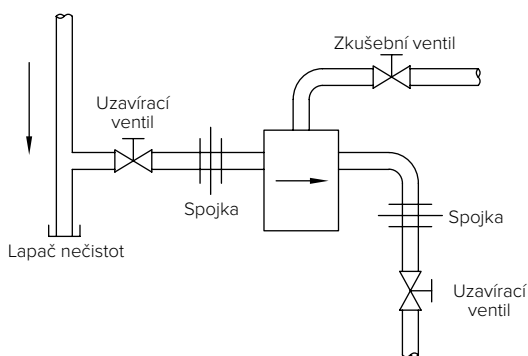
Obtoky (obr. CG-55-3 and CG-55-4) se nedoporučují, protože pokud se nechají otevřené, zmaří funkci odvaděče. Pokud je absolutně nutný nepřetržitý provoz, použijte dva odvaděče vedle sebe, jeden jako primární a druhý jako záložní.

Spojky. Pokud se používá jen jedna, měla by být na vypouštěcí straně odvaděče. V případě dvou spojek nepoužívejte horizontální ani vertikální instalaci v jedné přímce. Nejlepší je montáž do pravého úhlu jako na obr. CG-56-1 a CG-55-3, nebo paralelně jako na obr. CG-55-4.

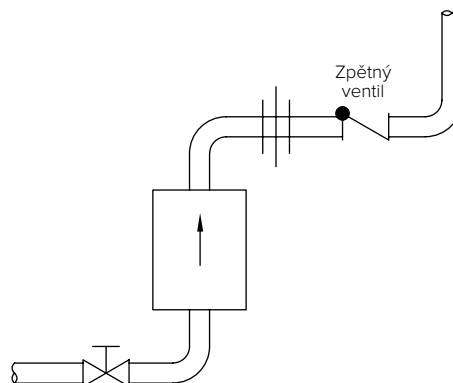
Standardní připojení. Údržba je jednodušší, když je délka nátrubku na vstupu i na výstupu u odvaděčů dané velikosti a typu stejná. Ve skladu je vhodné mít náhradní odvaděč se stejnými armaturami a polovinami spojek. Když je nutná oprava odvaděče, šroubení se jednoduše rozmontují, odvaděč se vyjme, namontuje se náhradní a šroubení se utáhne. Opravy se provedou v dílně a opravený odvaděč s armaturami a polovinami spojek se vrátí zpět do skladu.

Zkušební ventily (obr. CG-53-1) jsou výborným prostředkem ke kontrole činnosti odvaděče kondenzátu. Použijte malé kuželové šoupátko. Odvaděč během zkoušky izolujte namontováním zpětného nebo uzavíracího ventilu do vypouštěcího potrubí.

Obrázek CG-53-1. Typické zapojení IB odvaděče



Obrázek CG-53-2. Typické zapojení IB odvaděče se vstupem dole a výstupem nahoře



Filtry. Filtry instalujte před odvaděče v případě, že jsou předepsané nebo to vyžadují podmínky, v nichž dochází ke znečištění. Některé typy odvaděčů jsou k potížím se znečištěním náchylnější – viz tabulka doporučených typů na straně CG-9.

V některých odvaděčích jsou již filtry zabudované. Je-li použit odkalovací ventil filtru, před jeho otevřením uzavřete ventil přívodu páry. Expandující kondenzát v tělese odvaděče projde přes síto filtru a zajistí důkladné vyčištění. Pomalu otevřete ventil přívodu páry.

Kalníky jsou výborným prostředkem pro odstraňování kotelního kamene a jádrového písku a pro zamezení eroze, která může vznikat v ohybech potrubí bez kalníků. Pravidelně je čistěte.

Instalace se sifonem vyžaduje vodní uzávěr a s výjimkou odvaděčů typu DC je v odvaděči nebo před ním zpětný ventil. Trubka sifonu by měla být o jednu velikost menší než jmenovitá velikost použitého odvaděče, ale ne menší než DN15.

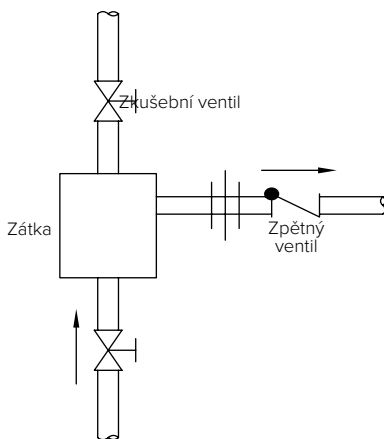
Zvedání kondenzátu. Nevolte příliš velký průměr stoupacího potrubí. Vynikajících výsledků se dosáhne, když bude potrubí o jednu velikost menší než normálně.

Zpětné ventily jsou potřeba velmi často. Jsou nutné v případě, že na výstupním potrubí není uzavírací ventil. Na obr. CG-54-2 jsou znázorněna tři možná umístění vnějších zpětných ventilů. Některé zvonové odvaděče kondenzátu Armstrong lze dodat s vnitřními zpětnými ventily. Doporučené pozice jsou uvedeny na obr. CG-54-2.

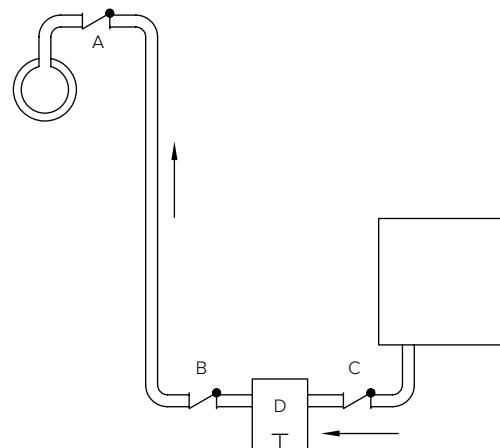
Zpětné ventily na výstupu zamezují zpětnému toku a oddělují odvaděč, když je otevřený zkušební ventil. Normálně se umísťují do pozice B, obr. CG-54-2. Je-li vratné potrubí ve výšce a odvaděč kondenzátu je vystaven mrazu, zpětný ventil umístěte do pozice A.

Zpětné ventily na vstupu zajišťují těsnost, pokud dojde k náhlému poklesu tlaku nebo je odvaděč typu IB nad nejnižším bodem. Doporučuje se nerezový zpětný ventil Armstrong v tělese odvaděče, pozice D, obr. CG-54-2. Použijete-li zpětnou klapku, instalujte ji do pozice C.

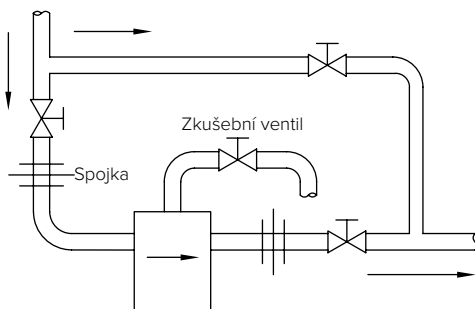
Obrázek CG-54-1. Typické zapojení IB odvaděče se vstupem dole a výstupem na boku



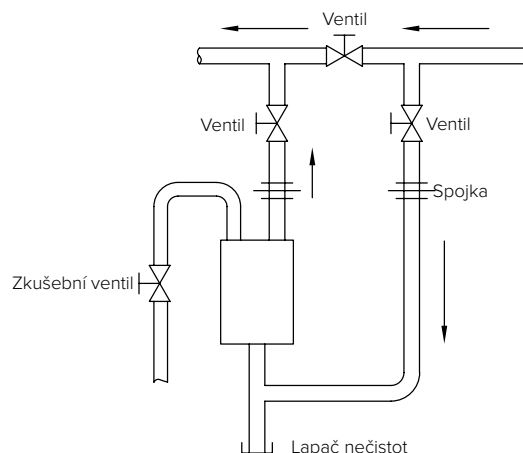
Obrázek CG-54-2. Možné pozice zpětného ventilu



Obrázek CG-54-3. Typické zapojení odvaděče IB s obtokem



Obrázek CG-54-4. Typické zapojení odvaděče IB s obtokem, se vstupem dole a výstupem nahoře



Bezpečnostní odvaděč kondenzátu je vhodné použít všude tam, kde existuje pravděpodobnost, že vstupní tlak klesne pod výstupní tlak v primárním odvaděči, zvláště v přítomnosti mrazivého vzduchu. Jedna z možností použití by byla na topném hadu s proměnným tlakem, který musí být odvodňován do vyvýšeného vratného potrubí. V případě nedostatečného odvodňování pomocí primárního odvaděče dojde k vystoupení kondenzátu do bezpečnostního odvaděče, z něhož je odveden, než se dostane do tepelného výměníku. Jako bezpečnostní odvaděč lze s výhodou použít F&T odvaděč díky jeho schopnosti odvádět velká množství vzduchu a díky jednoduchému provozu. Bezpečnostní odvaděč kondenzátu by měl mít stejnou velikost (kapacitu) jako primární odvaděč.

Správné použití bezpečnostního odvaděče je znázorněno na obr. CG-55-1. Vstup do bezpečnostního odvaděče se musí nacházet na kalníku tepelného výměníku, nad vstupem do primárního odvaděče kondenzátu. Musí být zaústěn do otevřené kanalizace. Vypouštěcí zátkka bezpečnostního odvaděče vede ke vstupu do primárního odvaděče. Zamezí se tak ztrátám kondenzátu vytvořeného v bezpečnostním odvaděči sáláním, když je primární odvaděč v činnosti. Součástí bezpečnostního odvaděče je zavzdušňovací ventil, který zajišťuje plynulý provoz, pokud tlak ve výměníku tepla klesne pod atmosférický tlak. Vstup do zavzdušňovacího ventilu by měl být osazen přípojkou tvaru S, aby při jeho činnosti nedocházelo k nasávání nečistot. Vstup do zavzdušňovacího ventilu by měl být vybaven stoupací trubkou ve stejné výšce, jako je dno tepelného výměníku, aby nedocházelo k únikům vody, když je zavzdušňovací ventil v činnosti, ale kalník a odvaděč jsou zahlcené.

Ochrana proti zamrznutí

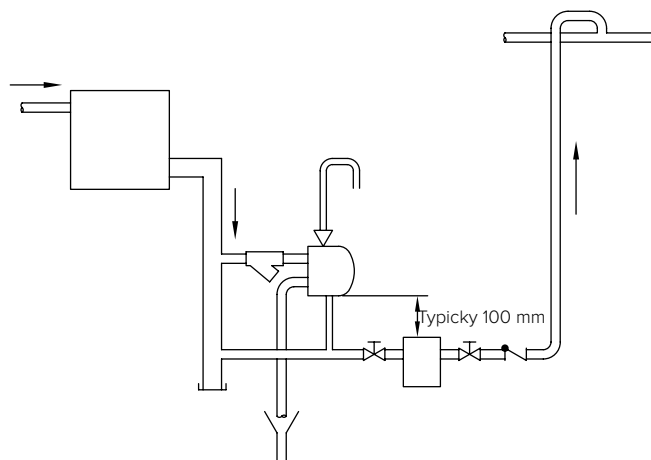
Správně zvolený a instalovaný odvaděč nezamrzne, dokud do něj proudí pára. Po uzavření přívodu páry začne pára kondenzovat a v tepelném výměníku nebo otápěcím potrubí vznikne podtlak. Je tak znemožněn volný odtok kondenzátu ze systému a může dojít k zamrznutí. Mezi odvodňované zařízení a odvaděč proto instalujte zavzdušňovací ventil. Pokud není kondenzát z odvaděče veden do vratného potrubí samospádem, odvaděč a výstupní potrubí je nutné odvodňovat manuálně nebo automaticky výpustí s ochranou proti zamrznutí. Je-li několik odvaděčů instalováno do baterie, ochranu proti mrazu zajistí použití izolace.

Opatření proti zamrznutí.

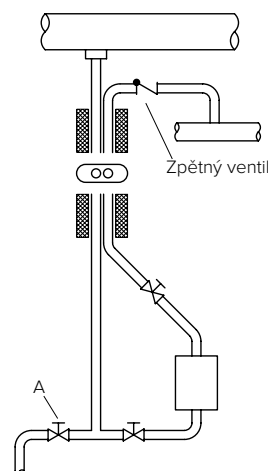
1. Nevolte příliš velký odvaděč.
2. Volte velmi krátké výstupní trubky z odvaděče.
3. Výstupní trubky z odvaděče spádujte, aby bylo zajištěno rychlé gravitační odvodnění.
4. Izolujte výstupní trubky z odvaděče a kondenzátní sběrné potrubí.
5. Je-li kondenzátní sběrné potrubí vystaveno povětrnosti, zvažte použití otápěcích trubek.
6. Pokud je vratné potrubí ve výšce, vedte svisle vypouštěcí potrubí podél kondenzátního potrubí do horní části sběrače vratného kondenzátu a kondenzátní potrubí a vypouštěcí potrubí společně izolujte. Viz obr. CG-55-2.

POZN.: Při použití dlouhého vodorovného vypouštěcího potrubí vznikají problémy. Na opačném konci se může tvořit námraza, která může potrubí zcela ucpat. Zcela se tak znefunkční odvaděč. Do odvaděče nemůže přicházet pára a voda v tělese odvaděče zamrzne.

Obrázek CG-55-1. Typické zapojení bezpečnostního odvaděče kondenzátu

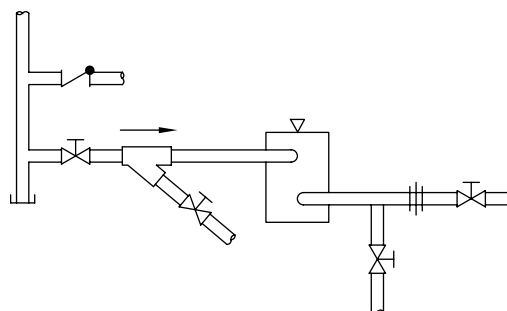


Obrázek CG-55-2.



Venkovní instalace umožňující testování a údržbu odvaděče ze země, přičemž přívod páry a vratné potrubí jsou ve velké výšce. Kondenzátní potrubí a vypouštěcí potrubí z odvaděče jsou společně izolovaná, aby nezamrzala. Pověšimněte si umístění zpětného ventilu ve vypouštěcím potrubí a odkalovacího ventilu **A**, který odvodňuje hlavní parní potrubí, když je odvaděč otevřen kvůli čištění nebo údržbě.

Obrázek CG-55-3. Typické zapojení F&T odvaděče



Testování odvaděčů kondenzátu Armstrong

Plán zkoušek.

Aby byla zajištěna maximální životnost odvaděče a úspory energie páry, je nutné vypracovat plán pravidelných zkoušek a preventivní údržby odvaděče. Na četnost kontrol má vliv velikost odvaděče, jeho provozní tlak a význam.

Jak provádět zkoušky

Tabulka CG-56-1. Doporučená četnost zkoušek odvaděčů kondenzátu za rok

Provozní tlak (barg)	Aplikace			
	Kalník	Otop	Had	Technologie
0–7	1	1	2	3
7–17	2	2	2	3
17–30	2	2	3	4
30 a více	3	3	4	12

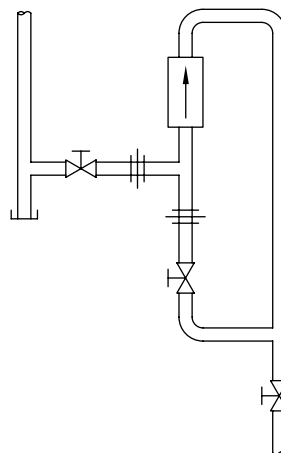
Nejllepší je provádět zkoušky pomocí zkušební ventilu. Na obr. CG-54-1 (strana CG-54) je znázorněno správné zapojení s uzavíracím ventilem na vratném potrubí, kterým lze odvaděč oddělit od sběrače vratného kondenzátu. Po otevření zkušební ventilu sledujte tyto věci:

1. Vypouštění kondenzátu – U zvonového a diskového odvaděče by mělo být přerušované vypouštění kondenzátu. F&T odvaděče mají nepřetržitě vypouštění kondenzátu, kdežto u termostatických odvaděčů může být nepřetržitě nebo přerušované v závislosti na průtoku. Když je průtok IB odvaděčem extrémně nízký, vypouštění kondenzátu bude nepřetržitě formou odkapávání. To je za těchto podmínek normální.
2. Brýdová pára – Nezaměňujte ji za únik páry ventilem odvaděče. Kondenzát pod tlakem obsahuje více tepla v kilojoulech (kJ) na kilogram než kondenzát při atmosférickém tlaku. Při vypouštění kondenzátu toto přebytečné teplo způsobí opětovné odpaření části kondenzátu. Viz popis brýdové páry na straně CG-11 Jak poznat brýdovou páru: Pracovníci obsluhy odvaděčů si někdy brýdovou páru pletou s unikající párou. Rozdíl mezi nimi se pozná takto: Pokud pára odchází nepřetržitě v modravém proudu, jedná se o unikající páru. Když pára odchází přerušovaně a „vznáší“ se v bělavých obláčcích (při každém vypuštění odvaděče), jedná se o brýdovou páru.
3. Nepřetržitý proud páry – problém. Viz strana CG-58.
4. Žádný proud – možný problém. Viz strana CG-58.

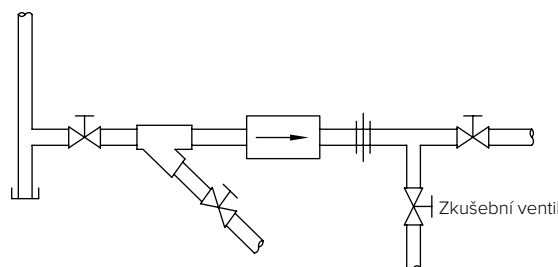
Zkouška poslechovým zařízením. Použijte poslechové zařízení nebo přidržte jeden konec ocelové tyče u horní části odvaděče a druhý si přidržte u ucha. Měli byste rozeznat rozdíl mezi přerušovaným vypouštěním z některých odvaděčů a nepřerušovaným vypouštěním z jiných. Tento správný provoz je možné odlišit od zvuku, který vydává odvaděč, jímž vysokou rychlostí proudí vzduch. Tento způsob zkoušení vyžaduje značnou zkušenost, protože potrubím se šíří i mnoho jiných zvuků.

Pyrometrická zkouška. Tato metoda nemusí mít přesné výsledky, záleží na konstrukci vratného potrubí a průměru orificu odvaděče kondenzátu. Při vypouštění do společného vratného potrubí může navíc vycházet vzduch z dalšího odvaděče, který zvyšuje teplotu na výstupu ze zkoušeného odvaděče.

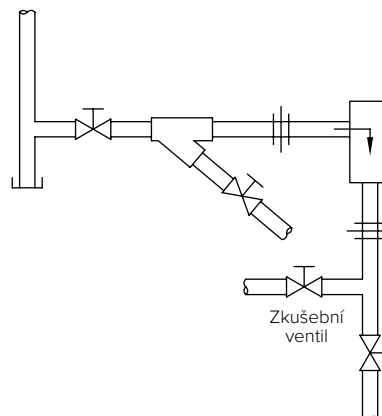
Obrázek CG-56-1. Typické zapojení DC odvaděče



Obrázek CG-56-2. Typické zapojení diskového odvaděče kondenzátu



Obrázek CG-56-3. Typické zapojení termostatického odvaděče kondenzátu



Uvedený přehled pomůže nalézt příčinu téměř všech problémů s odvaděči a odstranit je. Mnohé z nich jsou spíše problémem systému než samotného odvaděče.

Pro konkrétní výrobky a aplikace je k dispozici podrobnější literatura týkající se odstraňování potíží – obraťte se na výrobce.

Pokaždé, když odvaděč přestane pracovat a příčina není zcela zřejmá, je nutné prohlédnout výstup z odvaděče. Je-li u odvaděče namontován zkušební ventil, bude to jednoduché; v opačném případě bude nutné rozpojit výstupní vedení.

Studený odvaděč – žádné odvodnění

Jestliže z odvaděče neodchází kondenzát, může to být z těchto příčin:

- A.** Tlak může být příliš vysoký.
 - 1. Původně byl předepsán nesprávný tlak.
 - 2. Tlak se zvýšil bez instalace menšího orificu.
 - 3. Nefunguje tlakový redukční ventil.
 - 4. Manometr na kotli ukazuje nízkou hodnotu.
 - 5. Běžným opotřebením se zvětšila světlost orificu.
 - 6. Vysoký podtlak ve vratném potrubí zvyšuje tlakovou diferenci, za níž odvaděč nepracuje.
- B.** Do odvaděče nepříchází žádný kondenzát ani pára.
 - 1. Je zavřený nebo ucpaný filtr před odvaděčem.
 - 2. Poškozený ventil v potrubí k odvaděči.
 - 3. Ucpané potrubí nebo ohyby.
- C.** Opotřebený nebo vadný mechanismus.
Nutná oprava nebo výměna.
- D.** Těleso odvaděče je zaplněno nečistotami.
Namontujte filtr nebo odstraňte nečistoty u jejich zdroje.
- E.** Odvzdušňovací otvor ve zvonu IB odvaděče je ucpaný nečistotami. Prevence:
 - 1. Instalace filtru.
 - 2. Mírné zvětšení odvzdušňovacího otvoru.
 - 3. Vyčištění odvzdušňovacího otvoru ve zvonu čistícím drátem.
- F.** Pokud u F&T odvaděčů nefunguje odvzdušňovač správně, bude odvaděč pravděpodobně zavzdušněn.
- G.** Vlnocový prvek u termostatických odvaděčů může při hydraulickém rázu prasknout a způsobit uzavření odvaděče.
- H.** Diskový odvaděč může být instalován obráceně.

Horký odvaděč – žádné odvodnění

- A.** Do odvaděče nepříchází žádný kondenzát.
 - 1. Odvaděč instalován nad netěsnící obtokový ventil.
 - 2. Vadná nebo poškozená sifonová trubka ve válci odvodňovaném sifonem.
 - 3. Podtlak v hadech ohříváče vody může bránit odvodnění. Mezi výměník tepla a odvodňovač instalujte zavzdušňovací ventil.

Ztráta páry

Pokud z odvaděče vychází ostrá pára, může to být z těchto příčin:

- A.** Ventil nedoléhá do sedla.
 - 1. V orificu uvázla částice kotelního kamene.
 - 2. Opotřebené díly.
- B.** Do IB odvaděče nepřítéká kondenzát.
 - 1. Pokud z odvaděče vychází ostrá pára, na několik minut zavřete vstupní ventil. Pak jej postupně otvírejte. Pokud se odvaděč opět napustí, je naděje, že je v pořádku.
 - 2. Ke ztrátě schopnosti odvádět kondenzát obvykle dochází z důvodu náhlých nebo častých poklesů tlaku páry. V takových případech je nutná instalace zpětného ventilu v pozici D nebo C na obr. CG-55-2 (strana CG-55). Je-li to možné, umístěte odvaděč dostatečně pod nejnižším bodem.
- C.** Termostatické prvky F&T a termostatických odvaděčů se nezavírají.

Nepřetržitě odvodnění

Když z IB nebo diskového odvaděče vychází nepřetržitý proud kondenzátu nebo z F&T či termostatického odvaděče vychází kondenzát v plné kapacitě, může to být z těchto příčin:

- A.** Odvaděč je příliš malý.
 - 1. Instalujte větší odvaděč nebo paralelně přídavné odvaděče.
 - 2. Pro nízkotlakou aplikaci byly použity vysokotlaké odvaděče. Instalujte vnitřní mechanismus správné velikosti.
- B.** Abnormální vodní podmínky. Kotel pění nebo dochází ke strhávání velkého množství vody do parního potrubí. Je nutné instalovat separátor nebo upravit podmínky napájecí vody.

Pomalý ohřev

Když odvaděč funguje uspokojivě, ale zařízení se správně neohřívá:

- A.** Na jednom nebo několika zařízeních mohlo dojít ke zkratu. Náprava problému – na každé zařízení instalujte samostatný odvaděč. Viz strana CG-22.
- B.** Odvaděče jsou pro danou aplikaci příliš malé, přestože se může zdát, že kondenzát odvádějí efektivně. Zkuste o jednu velikost větší odvaděč.
- C.** Odvaděč nedostatečně odvádí vzduch, nebo vzduch do odvaděče nepříchází. V obou případech použijte pomocné odvzdušňovače.

Záhadný problém

Pokud odvaděč pracuje uspokojivě při vypouštění do atmosféry, ale po jeho zapojení do vratného potrubí nastává problém, může to být z těchto příčin:

- A.** Protitlak snižuje kapacitu odvaděče.
 - 1. Příliš malé vratné potrubí – horký odvaděč.
 - 2. Pára vychází z jiných odvaděčů – horký odvaděč.
 - 3. Odvzdušňovací ventil ve sběrači kondenzátu je ucpaný – horký nebo studený odvaděč.
 - 4. Překážka ve vratném potrubí – horký odvaděč.
 - 5. Velký podtlak ve vratném potrubí – studený odvaděč.

Zdánlivé problémy

Pokud se zdá, že pára uniká pokaždé, když odvaděč vypouští kondenzát, pamatujte: Když je horký kondenzát vypuštěn do prostředí s nižším tlakem, vzniká brydová pára, která ale ve vratném potrubí obvykle rychle zkondenzuje. Viz graf CG-11-1 na straně CG-11.

Definice

Hlavní parní potrubí vede páru z kotle na místo, kde je instalováno několik zařízení využívajících páru.

Parní potrubní větve přivádějí páru z hlavního parního potrubí do zařízení ohřívajícího párou.

Vypouštěcí potrubí odvaděče vede kondenzát a brýdovou páru z odvaděče do sběrného potrubí.

Do kondenzátního sběrného potrubí je přiváděn kondenzát z vypouštěcích potrubí mnoha odvaděčů a poté veden zpět do kotelny.

Dimenzování potrubí

Velikost potrubí v parním systému určují dva hlavní faktory:

1. Počáteční tlak u kotle a přípustný pokles tlaku v celém systému. Celkový pokles tlaku v systému by neměl překročit 20 % celkového maximálního tlaku u kotle. Zahrnuje všechny poklesy – ztráty v potrubí, ohybech, ventilech atp. Nezapomeňte, že poklesy tlaku představují ztrátu energie.
2. Rychlost páry. S rychlostí se zvyšuje eroze a hlučnost. Přiměřená rychlost technologické páry je 30 až 60 m/s, ale v topných systémech s nižším tlakem bývá nižší rychlost. Dále je nutné vzít v úvahu budoucí roztažnost. Potrubí dimenzujte pro předvídatelné budoucí podmínky. V případě pochybností bude méně potíží s předimenzovaným než poddimenzovaným potrubím.

PŘÍKLAD: Jaký je maximální průtok páry v parním potrubí s tlakem 4 bar a průměrem 50 mm? Když v levém sloupci «Tlak páry v bar(a)» tabulky CG-60-1 sjedeme dolů na hodnotu 4 a pak pojedeme doprava ke sloupci pro průměr parního potrubí 50 mm, určíme, že potrubí zvládne 505 kg/h páry. K určení kapacit přehřáté páry použijte korekční koeficienty z tabulky CG-58-3.

Průměr potrubí		Tlak páry v barg			
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

Velikost připojení potrubí (in)	Připojení potrubí DN	Vnější průměr v mm	Tloušťka stěny v mm	Vnitřní průměr v 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	54,8
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	219,1	5,9	207,3
10"	250	273,0	6,3	260,4

Velikost potrubí 32						
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	500°
Tlak barg1	1,06	1,02	1,04	1,04	1,05	1,06
3	1,11	1,17	1,17	1,17	1,17	1,15
8	1,20	1,14	1,09	1,06	1,06	1,06
12	1,20	1,14	1,09	1,06	1,06	1,04
20	1,27	1,19	1,11	1,06	1,06	1,03
40	-	1,30	1,17	1,10	1,04	1,00
100	-	-	1,52	1,17	1,06	0,98
Velikost potrubí 100						
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	500°
Tlak barg1	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
Velikost potrubí 200						
Teplota páry	250°	300°	350°	400°	450°	510°
Tlak barg1	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

Dimenzování potrubí přívodu páry a kondenzátního sběrného potrubí



Tabulku CG-59-1 je také možné použít pro určení tlaku potřebného pro odvod známého množství páry. Jestliže parní potrubí průměru 80 mm musí odvádět 4 100 kg/h páry, jaký tlak bude potřeba? Když ve sloupci pro parní potrubí velikosti DN80 pojedeme dolů až k číslu 4 100 a pak pojedeme po řádku doleva, určíme, že ke zvládnutí tohoto průtoku bude nutný tlak páry 16 barg.

K rychlému stanovení rychlosti páry slouží tabulka CG-59-2. K získání přesných hodnot lze použít tento vzorec:

$$V = \frac{Q}{3\,600 \times S}$$

Kde:

V = rychlost v m/s

Q = průtok páry v m³/h

S = vnitřní plocha potrubí v m² (viz tabulka CG-59-1).

Podle potreby můžeme zjistit pokles tlaku v parním potrubí pomocí grafu CG-61-1.

PŘÍKLAD: Jaký bude pokles tlaku v rovném parním potrubí DN80 délky 150 m s průtokem 2 000 kg/h a tlakem 6 barg a jaký bude tlak na konci tohoto potrubí?

Uvažujme průměrný tlak v potrubí 5,5 barg. Z tabulek určíme pokles tlaku 38 mm WC/m, takže celkový pokles tlaku bude 150 x 38 = 5 700 mm WC/m \approx tlaku 0,57 bar. Tlak na konci hlavního potrubí pak bude 6 - 0,57 = 5,43 barg.

Odvodňovací potrubí odvaděče

Odvodňovací potrubí odvaděče je obvykle krátké. Za předpokladu, že je odvaděč pro danou aplikaci správně dimenzovaný, použijte odvodňovací potrubí stejné velikosti jakou mají přípojky odvaděče. Při velmi nízké tlakové diferencii mezi odvaděčem a kondenzátním sběrným potrubím je možné světlost odvodňovacího potrubí s výhodou zvětšit o jednu velikost.

Kondenzátní sběrné potrubí

U středně velkých a velkých provozů se doporučuje využít služeb konzultanta, který kondenzátní sběrné potrubí navrhne. Osvědčilo se volit sběrné potrubí o jednu nebo dvě velikosti větší, aby byla rezerva pro 1) zvýšení průtoku v zařízení a 2) zanesení potrubí rzi a kotelním kamenem.

PŘÍKLAD: Jaký je tlakový pokles v kondenzátním sběrném potrubí DN40 s průtokem 400 kg/h, když je tlak páry 2 barg a kondenzátní sběrné potrubí vyústěné do atmosféry má délku 150 m?

Z tabulky CG-61-1 odečtete koeficient odpovídající tlaku 2 barg = 0,256 a daný průtok pak vydělíte tímto koeficientem:

$$\frac{400}{0,256} = 1562 \text{ kg/h}$$

Odpovídá poklesu tlaku cca 2 mm WC/m v potrubí DN40. Má-li kondenzátní potrubí délku 150 m, celkový pokles tlaku je 150 x 2 = 300 mm WC (0,3 barg).

Odvaděče a vysoký protitlak

Příliš velký protitlak může vzniknout v důsledku znečištění vratného potrubí, zvýšení průtoku kondenzátu nebo chybné činnosti odvaděče. V závislosti na činnosti konkrétního odvaděče protitlak může a nemusí představovat problém. Viz řádek „I“ v tabulce doporučených typů na straně CG-9. Existuje-li pravděpodobnost protitlaku ve vratném potrubí, zajistěte, aby jej zvolený odvaděč zvládl.

Protitlak snižuje tlakovou diferencii, a proto klesá i kapacita odvaděče. V závažných případech by si snížení kapacity mohlo vynutit použití odvaděčů o velikost větších, aby se kompenzovalo snížení provozního diferenčního tlaku.

Tabulka CG-59-1. Tabulka hodnot průtoku páry v kg/h v parním potrubí (rychlost 30 m/s)

Tlak páry v bar(a)	PRŮMĚR PARNÍHO POTRUBÍ										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
1,1	14	24	39	67	92	150	215	330	575	900	1 300
1,3	16	28	45	79	105	175	250	390	670	1 050	1 520
1,5	18	32	52	90	125	200	290	445	765	1 205	1 735
2	24	42	68	120	160	265	375	580	1 000	1 575	2 275
3	35	62	99	170	235	385	550	850	1 465	2 300	3 325
4	46	81	130	225	310	505	720	1 115	1 920	3 015	4 355
5	56	99	160	280	380	625	890	1 375	2 365	3 720	5 375
6	67	120	190	330	450	740	1 055	1 630	2 810	4 420	6 385
8	88	155	250	435	590	970	1 385	2 145	3 690	5 800	8 380
9	98	175	280	485	660	1 090	1 550	2 400	4 130	6 490	9 375
10	110	190	310	535	730	1 200	1 715	2 650	4 565	7 175	10 360
12	130	230	370	640	870	1 430	2 040	3 155	5 435	8 540	12 340
14	150	265	430	740	1 010	1 660	2 370	3 660	6 305	9 910	14 310
16	170	300	490	845	1 150	1 890	2 695	4 165	7 170	11 270	16 280
18	190	340	545	945	1 290	2 120	3 020	4 670	8 040	12 640	18 260
20	210	375	605	1 050	1 430	2 345	3 350	5 175	8 915	14 010	20 240
22	230	410	665	1 150	1 570	2 575	3 675	5 680	9 785	15 380	22 220
26	275	485	785	1 360	1 850	3 040	4 335	6 700	11 540	18 140	26 200
30	315	560	905	1 565	2 135	3 505	5 000	7 730	13 310	20 920	30 220
40	425	750	1 210	2 100	2 860	4 695	6 700	10 350	17 830	28 020	40 480
50	535	945	1 525	2 645	3 605	5 925	8 450	13 060	22 500	35 360	51 070
60	650	1 150	1 855	3 220	4 385	7 200	10 270	15 880	27 340	42 970	62 080
70	770	1 360	2 200	3 815	5 195	8 535	12 180	18 820	32 410	50 940	73 580
80	895	1 585	2 560	4 435	6 040	9 930	14 160	21 890	37 700	59 250	85 580
90	1 030	1 820	2 935	5 090	6 935	11 400	16 260	25 120	43 270	68 000	98 230
100	1 170	2 065	3 335	5 785	7 880	12 950	18 470	28 550	49 170	77 280	111 630

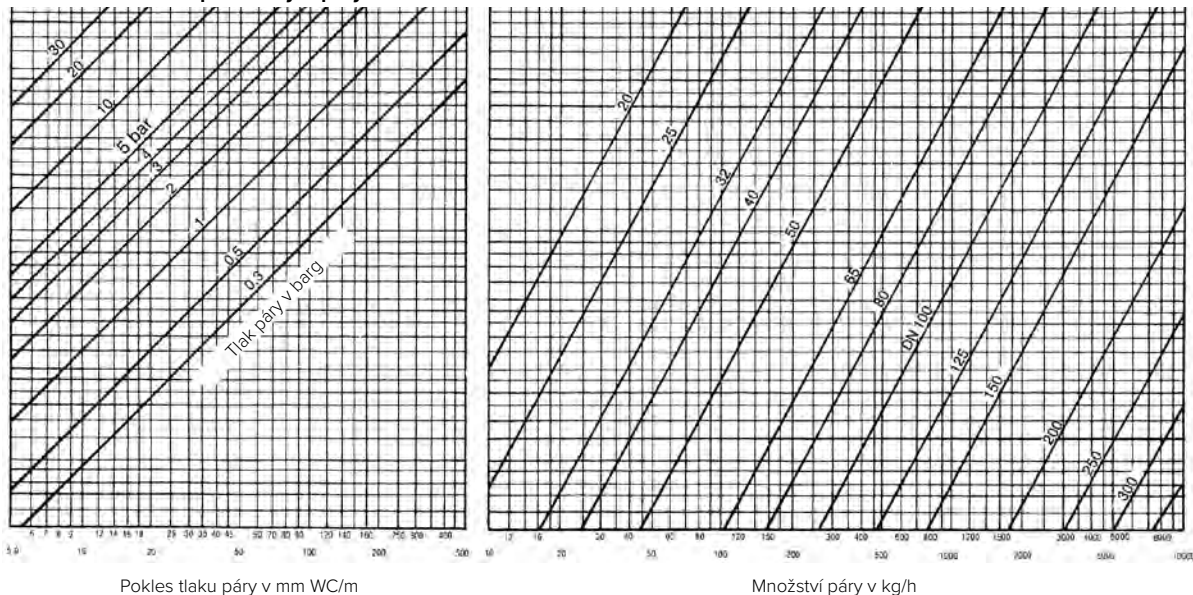
Tabulka CG-60-1. Tabulka hodnot průtoku v kondenzátním potrubí											
Pokles tlaku v mm vodního sloupce (WC) na běžný metr potrubí	Průměr potrubí v mm										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Průtok kondenzátu v kg/h										
1	67	153	310	677	1 048	2 149	3 597	6 413	13 527	25 410	40 485
2	95	217	438	958	1 483	3 040	5 087	9 070	19 130	35 935	57 255
3	116	266	537	1 174	1 816	3 723	6 230	11 108	23 430	44 012	70 123
4	134	307	620	1 355	2 097	4 299	7 194	12 827	27 055	50 821	80 971
5	150	343	693	1 516	2 345	4 807	8 044	14 341	30 248	56 819	90 529
6	164	376	759	1 660	2 569	5 265	8 811	15 710	33 135	62 242	99 169
7	177	406	820	1 793	2 775	5 687	9 517	16 968	35 790	67 230	107 115
8	190	434	877	1 917	2 966	6 080	10 175	18 140	38 261	71 871	114 511
9	201	461	930	2 033	3 146	6 449	10 792	19 240	40 582	76 231	121 457
10	212	486	980	2 143	3 317	6 798	11 375	20 281	42 777	80 355	128 027
12	232	532	1 074	2 348	3 633	7 447	12 461	22 217	46 860	88 024	140 247
14	251	575	1 160	2 536	3 924	8 043	13 460	23 997	50 615	95 077	151 484
16	268	615	1 240	2 711	4 195	8 599	14 389	25 654	54 110	101 642	161 943
18	285	652	1 315	2 876	4 450	9 120	15 262	27 210	57 392	107 807	171 767
20	300	687	1 387	3 032	4 691	9 614	16 088	28 682	60 496	113 639	181 058
22	315	721	1 454	3 180	4 920	10 083	16 873	30 082	63 449	119 186	189 896
24	329	753	1 519	3 321	5 138	10 531	17 623	31 420	66 270	124 485	198 339
26	342	784	1 581	3 457	5 348	10 961	18 343	32 720	68 976	129 568	206 438
28	355	813	1 641	3 587	5 550	11 375	19 035	33 937	71 580	134 460	214 231
30	368	842	1 698	3 713	5 745	11 774	19 703	35 128	74 093	139 179	221 750
32	380	869	1 754	3 835	5 933	12 160	20 350	36 280	76 523	143 743	229 023
34	392	896	1 808	3 953	6 116	12 535	20 976	37 397	78 878	148 167	236 071
36	403	922	1 861	4 067	6 293	12 898	21 584	38 481	81 165	152 463	242 915
38	414	947	1 912	4 179	6 466	13 252	22 175	39 535	83 389	156 641	249 572
40	425	972	1 961	4 287	6 634	13 596	22 751	40 563	85 555	160 710	256 055
42	435	996	2 010	4 393	6 798	13 932	23 313	41 564	87 668	164 679	262 379
44	446	1 020	2 057	4 497	6 958	14 260	23 862	42 542	89 731	168 554	268 553
46	456	1 042	2 103	4 598	7 114	14 580	24 398	43 499	91 747	172 342	274 589
48	465	1 065	2 148	4 697	7 267	14 894	24 923	44 434	93 721	176 049	280 494
50	475	1 087	2 193	4 794	7 417	15 201	25 437	45 350	95 653	179 679	286 279

Průtok kondenzátu odpařujícího se na brýdovou páru v kg/h ve sběrném kondenzátním potrubí při atmosférickém tlaku. Výše uvedené průtoky byly vypočteny s primárním tlakem = 0,35 barg.

V případě jiných tlaků vydělte uvedené průtoky těmito koeficienty:

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

Graf CG-60-1. Pokles tlaku v potrubí syté páry



Měrná tepelná kapacita – relativní hustota

Tabulka CG-61-1. Fyzikální vlastnosti kapalných a tuhých látek

	Kapalina (L) nebo tuhá látka (S)	rel. hust. při 18–20 °C	měr. te- pel. kap. při 20 °C kJ/kg/°C		Kapalina (L) nebo tuhá látka (S)	rel. hust. při 18–20 °C	měr. te- pel. kap. při 20 °C kJ/kg/°C
Kyselina octová 100%	L	1,05	2,01	Nikl	S	8,90	0,46
Kyselina octová 100%	L	1,01	4,02	Kyselina dusičná, 95%	L	1,50	2,09
Aceton, 100%	L	0,78	2,152	Kyselina dusičná, 60%	L	1,37	2,68
Alkohol, ethyl, 95%	L	0,81	2,51	Kyselina dusičná, 10%	L	1,05	3,77
Alkohol, methyl, 90%	L	0,82	2,72	Topný olej č. 1 (petrolej)	L	0,81	1,97
Aluminium	S	2,64	0,96	Topný olej č. 2	L	0,86	1,84
Amoniak, 100%	L	0,61	4,61	Topný olej č. 3	L	0,88	1,80
Amoniak, 26%	L	0,90	4,19	Topný olej č. 4	L	0,90	1,76
Aroclor	L	1,44	1,17	Topný olej č. 5	L	0,93	1,72
Azbestová deska	S	0,88	0,80	Topný olej č. 6	L	0,95	1,67
Asfalt	L	1,00	1,76	Ropa API Mid-continent	L	0,085	1,84
Asfalt, tuhý	S	1,1–1,5	0,92–1,7	Motorová nafta API	L	0,88	1,76
Benzen	L	0,84	1,72	Papír	S	1,7–1,15	1,88
Cihelné zdivo	S	1,6–2,0	0,92	Parafin	S	0,86–0,9	2,60
Solanka – chlorid vápenatý, 25%	L	1,23	2,885	Parafin, roztavený	L	0,90	2,89
Solanka – chlorid sodný, 25%	L	1,19	3,291	Fenol (kyselina karbolová)	L	1,07	2,34
Jíl, suchý	S	1,9–2,4	0,938	Kyselina fosforečná, 20%	L	1,11	3,56
Uhlí	S	1,2–1,8	1,09–1,5	Kyselina fosforečná, 10%	L	1,05	3,89
Uhelný dehet	S	1,20	1,5 při 40 °C	Anhydrid kyseliny ftalové	L	1,53	0,971
Koks, tuhý	S	1,0–1,4	1,11	Přůž, vulkanizovaná	S	1,10	1,738
Měď	S	8,82	0,42	SAE - SW (strojní mazací olej č. 8)	L	0,88	
Korek	S	0,25	2,01	SAE - 20 (strojní mazací olej č. 20)	L	0,89	
Bavlna, textilie	S	1,50	1,34	SAE - 30 (strojní mazací olej č. 30)	L	0,89	
Bavlníkový olej	L	0,95	1,97	Písek	S	1,4–1,76	0,795
Dowtherm A	L	0,99	2,64	Mořská voda	L	1,03	3,94
Dowtherm C	L	1,10	1,47–2,7	Hedvábí	S	1,25–1,4	1,38
Ethylenglykol	L	1,11	2,43	Hydroxid sodný, 50% (louh)	L	1,53	3,27
Mastná kyselina – palmitová	L	0,85	2,734	Hydroxid sodný, 30%	L	1,33	3,52
Mastná kyselina – stearová	L	0,84	2,303	Sójový olej	L	0,92	1,0–1,38
Ryby, čerstvé, průměr	S		3,14–3,4	Steel, nízkouhlíková při 21 °C	S	7,90	0,46
Ovoce, čerstvé, průměr	S		3,35–3,7	Ocel, nerezová, řada 300	S	8,04	0,50
Benzín	L	0,73	2,22	Sacharóza, 60% cukrový sirup	L	1,29	3,10
Sklo, Pyrex	S	2,25	0,84	Sacharóza, 40% cukrový sirup	L	1,18	2,76
Skelná vata	S	0,072	0,657	Cukr, třtinový a řepný	S	1,66	1,26
Lepidlo, 2 díly vody 1 díl suché lepidlo	L	1,09	3,73	Síra	S	2,00	0,85
Glycerol, 100% (glycerin)	L	1,26	2,43	Kyselina sírová, 110% (dýmavá)	L		1,13
Med	L		1,42	Kyselina sírová, 98%	L	1,84	1,47
Kyselina chlorovodíková, 31,5% (solná)	L	1,15	2,51	Kyselina sírová, 60%	L	1,50	2,18
Kyselina chlorovodíková, 10% (solná)	L	1,05	3,14	Kyselina sírová, 20%	L	1,14	3,52
Led	S	0,90	2,09	Titan (komerční)	S	4,50	0,54
Zmrzlina	S		2,93	Toluen	L	0,86	1,76
Sádlo	S	0,92	2,68	Trichlorethylen	L	1,62	0,90
Olovo	S	11,34	0,13	Tetrachlormethan	L	1,58	0,88
Kůže	S	0,86–1,0	1,51	Terpentýnové silice	L	0,86	1,76
Lněný olej	L	0,93	1,84	Zelenina, čerstvá, průměr	S		3,06–3,9
Oxid hořečnatý, 85%	L	0,208	1,13	Voda	L	1,00	4,19
Javorový sirup	L		2,01	Víno, stolní, dezertní, průměr	L	1,03	3,77
Maso, čerstvé, průměr	S		3,266	Dřevo, různé druhy	S	0,35–0,9	3,77
Mléko	L	1,03	3,77–3,9	Vlna	S	1,32	1,361
				Zinek	S	7,05	0,398

Tabulka CG-61-2. Fyzikální vlastnosti plynů

	rel. hust. při 18–20 °C	měr. tepel. kap. při 20 °C kJ/kg/°C		rel. hust. při 18–20 °C	měr. tepel. kap. při 20 °C kJ/kg/°C
Vzduch	1,00	1,00	Freon - 12		0,67
Amoniak	0,60	2,26	Vodík	0,069	14,32
Benzen		1,361	Sirovodík	1,20	1,05
Butan	2,00	1,905	Methan	0,55	2,51
Oxid uhličitý	1,50	0,88	Dusík	0,97	1,059
Oxid uhelnatý	0,97	1,068	Kyslík	1,10	0,942
Chlor	2,50	0,494	Propan	1,50	1,93
Ethan	1,10	2,09	Oxid siřičitý		0,678
Ethylen	0,97	1,88	Vodní pára	2,30	1,897

Tabulka CG-62-1. Potrubí podle DIN 2440

Průměr (palce)	mm	Vnější průměr mm	Tloušťka stěny mm	Hmotnost kg/m
1/8"	6	10,2	2,00	0,407
1/4"	8	13,5	2,35	0,650
3/8"	10	17,2	2,35	0,852
1/2"	15	21,3	2,65	1,22
3/4"	20	26,9	2,65	1,58
1"	25	33,7	3,25	2,44
1 1/4"	32	42,4	3,25	3,14
1 1/2"	40	48,3	3,25	3,61
2"	50	60,3	3,65	5,10
2 1/2"	65	76,1	3,65	6,51
3"	80	88,9	4,05	8,47
4"	100	114,3	4,50	12,1
5"	125	139,7	4,85	16,2
6"	150	165,1	4,85	19,2

Tabulka CG-62-2. Potrubí podle DIN 2441

Průměr (palce)	mm	Vnější průměr mm	Tloušťka stěny mm	Hmotnost kg/m
1/8"	6	10,2	2,65	0,493
1/4"	8	13,5	2,90	0,769
3/8"	10	17,2	2,90	1,02
1/2"	15	21,3	3,25	1,45
3/4"	20	26,9	3,25	1,90
1"	25	33,7	4,05	2,97
1 1/4"	32	42,4	4,05	3,84
1 1/2"	40	48,3	4,05	4,43
2"	50	60,3	4,50	6,17
2 1/2"	65	76,1	4,50	7,90
3"	80	88,9	4,85	10,1
4"	100	114,3	5,40	14,4
5"	125	139,7	5,40	17,8
6"	150	165,1	5,40	21,2

Tabulka CG-62-3. Potrubí podle DIN

Průměr (palce)	mm	Vnější průměr mm	Tloušťka stěny mm	Hmotnost kg/m
1/8"	6	10,2	1,6	0,344
1/4"	8	13,5	1,8	0,522
3/8"	10	17,2	1,8	0,688
1/2"	15	21,3	2,0	0,962
3/4"	20	26,9	2,3	1,41
1"	25	33,7	2,6	2,01
1 1/4"	32	42,4	2,6	2,57
1 1/2"	40	48,3	2,6	2,95
2"	50	60,3	2,9	4,14
2 1/2"	65	76,1	2,9	5,28
3"	80	88,9	3,2	6,81
4"	100	114,3	3,6	9,90
5"	125	139,7	4,0	13,5
6"	150	168,3	4,5	18,1

Tabulka CG-62-4. Rozměr příruby podle DIN

DN	PN 6				PN 10				PN 16				PN 25				PN 40			
	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M	D	k	z	M
25	100	75	4	10	115	85	4	12	115	85	4	12	115	85	4	12	115	85	4	12
32	120	90	4	12	140	100	4	16	140	100	4	16	140	100	4	16	140	100	4	16
40	130	100	4	12	150	110	4	16	150	110	4	16	150	110	4	16	150	110	4	16
50	140	110	4	12	165	125	4	16	165	125	4	16	165	125	4	16	165	125	4	16
65	160	130	4	12	185	145	4	16	185	145	4	16	185	145	8	16	185	145	8	16
80	190	150	4	16	200	160	8	16	200	160	8	16	200	160	8	16	200	160	8	16
100	210	170	4	16	220	180	8	16	220	180	8	16	235	190	8	20	235	190	8	20
125	240	200	8	16	250	210	8	16	250	210	8	16	270	220	8	24	270	220	8	24
150	265	225	8	16	285	240	8	20	285	240	8	20	300	250	8	24	300	250	8	24
200	320	280	8	16	340	295	8	20	340	295	12	20	360	310	12	24	375	320	12	27
250	375	335	12	16	395	350	12	20	405	355	12	24	425	370	12	27	450	385	12	30
300	440	395	12	20	445	400	12	20	460	410	12	24	485	430	16	27	515	450	16	30

Součinitele převodu metrických jednotek na angloamerické jednotky

DÉLKA

 1 mm = 0,0394 palce
 1 m = 3,28 stopy

 1 palec = 25,4 mm
 1 stopa = 0,305 m

PLOCHA

 1 cm² = 0,155 čtv. palce
 1 m² = 10,764 čtv. stopy

 1 čtv. palec = 6,45 cm²
 1 čtv. stopa = 0,0929 cm²
OBJEM

 1 dm³ = 61,02 krych. palce
 1 m³ = 35,31 krych. stopy

 1 krych. palec = 16,39 cm³
 1 krych. stopa = 28,32 dm³
RYCHLOST

1 m/s = 3,281 stopy/s

1 stopa/s = 0,305 m/s

HMOTNOST

1 kg = 2,205 libry (lb.)

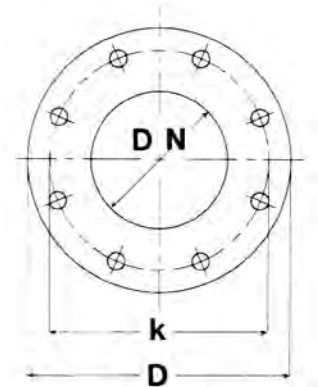
1 libra (lb.) = 0,452 kg

TLAK

 1 kg/cm² = 14,22 psi
 1 kg/m² = 0,205 psf
 1 bar = 14,5 psi
 1 psi = 0,0689 bar

TEPLO

 1 kJ = 1 000 jouů
 1 kilowatthodina (kWh) = 3 600 kJ
 1 Btu/Ft².h.°F = 20,44 kJ/h.m².°C

TEPLOTA
 $\Delta t_c = 5/9 \Delta t_t$
 $t_c = 5/9 (t_t - 32)$
 $\Delta t_t = 9/5 \Delta t_c$
 $t_t = 9/5 t_c + 32$


Poznámky

Dotted lines for notes.

Příručka pro úsporu páry

Řekněte energii. Myslete na životní prostředí. A naopak.

Každá společnost, která šetrně zachází s energiemi, též přistupuje šetrně k životnímu prostředí. Menší spotřeba energie znamená méně odpadů, méně emisí a zdravější životní prostředí.

Stručně řečeno, ekologický přístup k energiím snižuje náklady společnosti na energie i na ochranu životního prostředí. Tím, že výrobky a služby společnosti Armstrong usnadňují firmám hospodaření s energií, také pomáhají chránit životní prostředí.

Společnost Armstrong předává své know-how od doby, kdy jsme v roce 1911 vyvinuli energeticky účinný zvonový odvaděč kondenzátu. V následujících letech byly úspory na straně zákazníků důkazem toho, že nepředávání znalostí znamená plýtvání energií.

Vývoj a zlepšování konstrukce a funkce odvaděčů společnosti Armstrong vedly k nesčetným úsporám energie, času a peněz. Tento oddíl dokumentu vznikl díky desítkám let shromažďování a rozšiřování našich zkušeností. Pojednává o principu odvaděčů a vysvětluje jejich konkrétní využití v nejrůznějších výrobcích a odvětvích.

Tento oddíl rovněž obsahuje tabulky doporučených typů, v nichž jsou shrnuty naše poznatky o tom, který typ odvaděče bude v dané situaci optimálně fungovat a proč.

Terminologie

Odvaděče popisované v této části mají v průmyslu řadu dalších označení. Odvaděč je *automatický ventil zamezující ztrátám*, který při otevření vypouští kapaliny a při zavření brání úniku vzduchu nebo plynu. Další technická označení odvaděčů jsou:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ■ Odvodňovače tlakového vzduchu | ■ Vypouštěcí ventily |
| ■ Vypouštěče kondenzátu | ■ Plovákové odvaděče |
| ■ Sifony | ■ Odvaděče kapalin |
| ■ Vodní uzávěry | ■ Uzávěry tlakového vzduchu |

Tuto část mohou zkušení pracovníci použít jako pomůcku pro instalaci a provoz odvodňovacího zařízení. Výběr nebo instalace musí být vždy doprovázeny kompetentní technickou podporou či poradenstvím. Úplné informace obdržíte od společnosti Armstrong nebo jejího místního zástupce.

Pokyny pro použití tabulek doporučených typů

Tabulka doporučených typů pro rychlou referenci je uvedena ve všech oddílech „JAK ODVODŇOVAT“ této části na stranách LD- $\langle ? \rangle$ až LD- $\langle ? \rangle$. Zkratka LD znamená Liquid Drainer.

Systém kódů funkcí (od A do N) poskytuje přehled základních informací.

V tabulce je uveden typ odvaděče a hlavní výhody, které jsou podle společnosti Armstrong pro jednotlivé aplikace nejdůležitější.

Dejme tomu, že například hledáte informace o tom, který odvaděč použít u dochlazovače. Postup je tento:

1. Přejděte k oddílu „Jak odvodňovat dochlazovače“, strany LD- $\langle ? \rangle$ a LD- $\langle ? \rangle$, a podívejte se do levého dolního rohu na straně LD- $\langle ? \rangle$. (Pro každou aplikaci je k dispozici tabulka doporučených typů.) Pro vaši potřebu je zde přetištěna tabulka doporučených typů LD- $\langle ? \rangle$ -1 ze strany LD- $\langle ? \rangle$ jako tabulka LD-311-1.
2. V prvním sloupci pod záhlavím „**Odvodňované zařízení**“ najdete řádek „**Dochlazovač**“ a vpravo si přečtete doporučení společnosti Armstrong pro „**základní volbu a kód funkce**“. V tomto případě je základní volbou IB a jsou uvedena písmena kódu funkce F, G, J, K, M.
3. Nyní se podívejte na tabulku s názvem „**Jak různé typy odvaděčů splňují specifické provozní požadavky**“ a vyhledejte jednotlivá písmena F, G, J, K, M ve sloupci zcela vlevo. Například písmeno „F“ se týká schopnosti odvaděče poradit si se směsí oleje a vody.
4. Na řádku „F“ se podívejte doprava na sloupec pro naši základní volbu, v tomto případě zvonový typ. Na základě testů, skutečných provozních podmínek a skutečnosti, že vypouštěcí otvor je nahore, si zvonový odvaděč umí mimořádně dobře poradit se směsí oleje a vody. Stejně postupujte i u ostatních písmen.

Tabulka LD-311-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz níže.)				
Odvodňované zařízení	Vzduch		Plyn	
	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Dochlazovač	IB	FF	*FF	FP
Mezichladič	F, G, J, K, M	FF	B, E, J	FP

* Protože odvaděče typu IB odplyňují, je navržen typ FF, protože odplynění nemusí být žádoucí.

Tabulka LD-311-2. Jak různé typy odvaděčů splňují specifické provozní požadavky								
Kód funkce	Charakteristika	IB	FF	FP	FS	D	TV	MV
A	Způsob provozu (přerušovaný (I) – nepřetržitý (C))	I	C	C	I	I	I	C
B	Úspora energie za provozu	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Přijatelná	Slabá	Vynikající
C	Úspora energie za určité časové období	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Slabá	Přijatelná	Slabá (5)
D	Odolnost proti opotřebení	Vynikající	Vynikající	Přijatelná	Dobrá	Slabá	Dobrá	Vynikající
E	Odolnost proti korozi	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Vynikající
F	Schopnost provozu se směsí oleje a vody	Vynikající	Přijatelná	Přijatelná	Přijatelná	Dobrá	Vynikající	Vynikající
G	Schopnost zamezovat usazování kalu	Vynikající	Slabá	Slabá	Přijatelná	Dobrá	Dobrá	Vynikající
H	Odolnost proti poškození při zamrznutí (1)	Dobrá (2)	Slabá	Slabá	Slabá	Dobrá	Přijatelná	Dobrá
I	Výkonnost při velmi nízkých zatíženích	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Slabá	Slabá	Slabá
J	Reakce na kapalnou zátku (3)	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající	Slabá	Slabá	Slabá
K	Schopnost provozu při znečištění	Vynikající	Přijatelná	Přijatelná	Vynikající	Slabá	Vynikající	Dobrá
L	Poměrná fyzická velikost	Velká	Velká	Velká	Velká	Malá	Malá	Malá
M	Poloha při mechanické poruše (otevřeno – zavřeno)	Otevřeno	Zavřeno	Zavřeno	Zavřeno	Otevřeno	(4)	(4)
N	Hlučnost při vypouštění (vysoká – nízká)	Nízká	Nízká	Nízká	Nízká	Vysoká	Vysoká	(4)

IB = Zvonový
 FF = Volně vedený plovák
 FP = Pevně vedený plovák
 FS = Plovák vedený táhlem s mžikovými spínáním
 D = Diskový
 TV = Elektromagnetický ventil s časovačem
 MV = Ruční ventil

- (1) Nedoporučuje se šedá litina.
- (2) Utěsnění nerezovou ocelí = dobré
- (3) Plovákové odvaděče by měly mít odvodušnění = vynikající.
- (4) Může být obojí.
- (5) Jsou obvykle nakonec „natržené“.

Stlačený vzduch vždy obsahuje vlhkost a v některých částech pneumatického systému se může nacházet olej. Aby byl zajištěn efektivní provoz a dlouhá životnost těsnění, hadic a vzduchových zařízení je nutné tuto přebytečnou vlhkost a olej ze systému odvádět.

K odvádění vlhkosti a oleje ze systému nejsou potřeba jen odvaděče. K zachování vysoké účinnosti a zamezení nákladným opravám musí být součástí pneumatického systému také:

1. Dochlazovače k ochlazení stlačeného vzduchu na okolní teplotu nebo na teplotu místnosti.
2. Separátory k eliminaci rozptýlených kapiček vody nebo mlhy. Separátory se instalují za dochlazovací nebo ve vzduchovém potrubí nedaleko místa odběru, případně na obou místech.
3. Odvaděče k vypuštění kapaliny ze systému s minimálními ztrátami vzduchu.

Tabulka LD-312-1, Hmotnost vody v gramech na metr krychlový vzduchu při různých teplotách (a atmosférickém tlaku 1 bar(a))

Teplota ve °C	Procentuální podíl nasycení									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-15	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,24	1,38
-12	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
-10	0,22	0,43	0,65	0,86	1,08	1,29	1,51	1,72	1,94	2,16
-5	0,32	0,65	0,97	1,30	1,62	1,94	2,27	2,59	2,91	3,24
-2	0,41	0,83	1,24	1,65	2,07	2,48	2,89	3,31	3,72	4,14
0	0,49	0,97	1,46	1,95	2,43	2,92	3,41	3,89	4,38	4,87
2	0,56	1,11	1,67	2,23	2,79	3,34	3,90	4,46	5,01	5,57
4	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36
6	0,72	1,45	2,17	2,90	3,62	4,35	5,07	5,80	6,52	7,25
8	0,82	1,65	2,47	3,29	4,12	4,94	5,76	6,59	7,41	8,23
10	0,94	1,87	2,81	3,74	4,68	5,61	6,55	7,48	8,42	9,36
12	1,06	2,12	3,18	4,24	5,30	6,36	7,42	8,48	9,54	10,60
14	1,20	2,40	3,60	4,79	5,99	7,19	8,39	9,59	10,79	11,99
16	1,35	2,71	4,06	5,41	6,77	8,12	9,47	10,82	12,18	13,53
18	1,52	3,05	4,57	6,10	7,62	9,15	10,67	12,20	13,72	15,25
20	1,71	3,43	5,14	6,86	8,57	10,29	12,00	13,72	15,43	17,15
21	1,82	3,64	5,46	7,28	9,10	10,91	12,73	14,55	16,37	18,19
22	1,93	3,85	5,78	7,70	9,63	11,55	13,48	15,40	17,33	19,25
24	2,16	4,32	6,47	8,63	10,79	12,95	15,10	17,26	19,42	21,58
26	2,41	4,83	7,24	9,66	12,07	14,49	16,90	19,31	21,73	24,14
28	2,70	5,39	8,09	10,79	13,49	16,18	18,88	21,58	24,27	26,97
30	3,01	6,02	9,02	12,03	15,04	18,05	21,05	24,06	27,07	30,08
32	3,35	6,70	10,05	13,40	16,75	20,09	23,44	26,79	30,14	33,49
34	3,72	7,45	11,17	14,89	18,61	22,34	26,06	29,78	33,51	37,23
36	4,13	8,26	12,40	16,53	20,66	24,79	28,93	33,06	37,19	41,32
38	4,56	9,12	13,68	18,24	22,80	27,36	31,92	36,47	41,03	45,59
40	5,07	10,13	15,20	20,27	25,34	30,40	35,47	40,54	45,60	50,67
42	5,60	11,20	16,80	22,40	27,99	33,59	39,19	44,79	50,39	55,99
44	6,18	12,35	18,53	24,71	30,89	37,06	43,24	49,42	55,59	61,77
46	6,81	13,61	20,42	27,22	34,03	40,83	47,64	54,44	61,25	68,06
48	7,49	14,97	22,46	29,95	37,44	44,92	52,41	59,90	67,38	74,87
50	8,23	16,45	24,68	32,90	41,13	49,35	57,58	65,81	74,03	82,26

Stlačený vzduch/plyny – základní pojmy

Voda unášená vzduchem do nářadí nebo strojů, v nichž se používá vzduch, odplavuje mazací olej. Dochází tak k nadměrnému opotřebení motorů a ložisek s následnými vysokými náklady na údržbu. Bez dostatečného mazání mohou nářadí a stroje fungovat pomalu a s nižší účinností. Tento vliv je obzvláště výrazný u pneumatických kladiv, vrtaček, zvedáků a pěchovaček písku, u nichž mají plochy podléhající opotřebení omezenou velikost a při nadměrném opotřebení dochází k únikům vzduchu.

V procesech využívajících vzduch pro nástřik barev, smaltování, míchání potravin a podobně, je přítomnost vody nebo oleje či částic drtě nebo rzi nepřípustná.

U pneumatických přístrojů má voda tendenci přilnout k povrchu malých orificí a nabalovat na sebe nečistoty, což vede k nepravidelnému chodu nebo poruše citlivých zařízení.

Problémy s potrubím

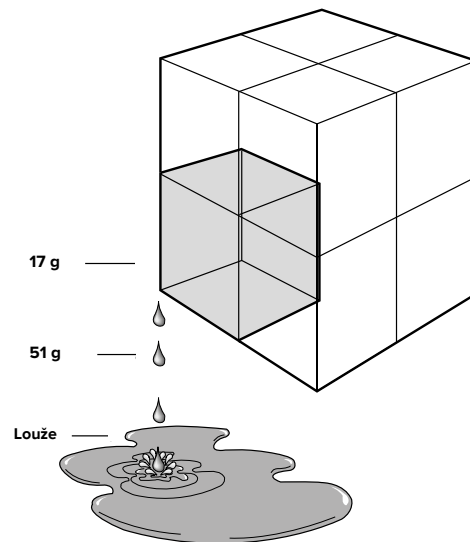
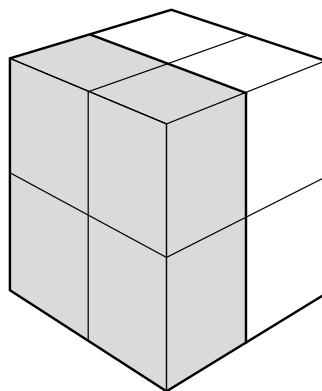
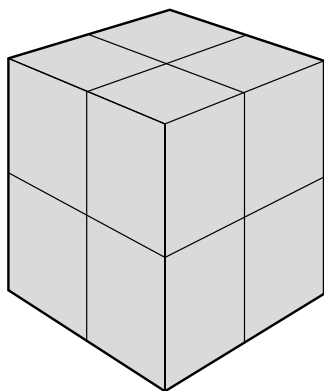
Když se v nejnižších částech potrubí shromažďuje voda, jeho průchodnost pro vzduch se snižuje. Proud vzduchu nad shromážděnou vodou nakonec začne vysokou rychlostí strhávat kapky vody. V potrubí tak vznikají „vodní rázy“ a do nářadí se může dostat i vodní zátka. Nahromaděná voda může v chladném počasí zmznout a potrubí může prasknout.

Jímavost vzduchu pro vodu

Při atmosférickém tlaku (1 bar) bude 8 m³ vzduchu s vlhkostí RH 50 % a teplotou 20 °C obsahovat 68 g vodní páry.

Při dvojnásobném tlaku (bez zvýšení teploty) se objem sníží na polovinu (4 m³), ale vzduch bude stále obsahovat 68 g vodní páry. To znamená, že relativní vlhkost je nyní 100 % – maximální obsah vody ve formě páry ve vzduchu.

Po zvýšení tlaku na 8 bar(a) se objem vzduchu dále sníží přibližně na 1 m³. Tento 1 m³ stlačeného vzduchu o teplotě 20 °C pojme maximálně 17 g vlhkosti. Zbývajících 51 g vlhkosti z kondenzuje.



Obrázek LD-313-1.

Tlak: 1 bar(a)
 Teplota: 20 °C
 Vzduch = 8 m³
 Vlhkost = 68 g
 Max. povolená hodnota = 136 g

Obrázek LD-313-2.

Tlak: 2 bar(a)
 Teplota: 20 °C
 Vzduch = 4 m³
 Vlhkost = 68 g
 Max. povolená hodnota = 68 g

Obrázek LD-313-3.

Tlak: 8 bar(a)
 Teplota: 20 °C
 Vzduch = 1 m³
 Vlhkost = 68 g
 Max. povolená hodnota = 17 g
 51 g kapaliny

Problémy s odvodněním a jak jim zabránit

Olaj. Ke kritickému problému s odvodňováním dochází v místech, kde se ve stlačeném vzduchu může nacházet olej (zejména v mezichladičích, dochlazovačích a zásobnících).

Tento problém má dvě příčiny:

1. Olaj je lehčí než voda a drží se na povrchu vody.
2. Ochlazovaný kompresorový olaj houstne a jeho viskozita se zvyšuje.

Kádinka simuluje odvaděč, který má vypouštěcí ventil dole, obr. LD-314-1. Odvaděč se podobně jako kádinka naplní těžkým olejem, který může být hustý a viskózní.

Porovnejte jej s obrázkem LD-314-2, na kterém je stejná kádinka, jen má vypouštěcí ventil ve stejné výšce jako olej. Olaj bude vytékat tak dlouho, dokud se jeho hladina neztenčí natolik, že na každých 19 kapek vody a jednu kapku oleje, které přitečou do kádinky, z kádinky vyteče přesně 19 kapek vody a jedna kapka oleje. Kádinka se vždy naplní vodou.

Závěr je zřejmý. Když je nutné ze vzduchového separátoru nebo zásobníku vypustit směs oleje a vody, použijte vypouštěcí ventil v poloze nahoře.

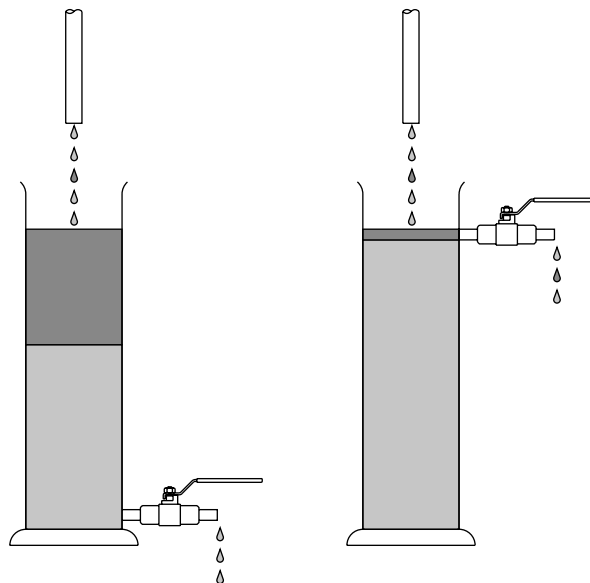
Nečistoty a drť. Vodní kámen a usazeniny představují mezi kompresorem a zásobníkem málokdy problém, ale jsou problémem v systémech rozvodu vzduchu, zvláště je-li potrubí staré. V takové situaci se bude do odvaděče dostávat spolu s vodou i vodní kámen. Není-li odvaděč navržen tak, aby si poradil s nečistotami a drtí, odvaděč nebude vypouštět vodu a olej, nebo se ventil odvaděče nemusí zavírat.

Ztráty vzduchu. V pneumatických systémech může mnohdy řešení jednoho problému způsobit další problém. Běžným způsobem vypuštění nežádoucí vody je pootvření ventilu, ale dojde tak k úniku. Bezprostřední problém se vyřeší, ale je to za cenu mnohdy podceňovaných úniků vzduchu.

Množství vzduchových ztrát závisí na velikosti orificů a tlaku v potrubí (viz tabulka LD-315-1). Celkově pak dochází ke snížení tlaku v potrubí a ztrátě až třetiny stlačeného vzduchu v systému s vyplývajícími náklady na jeho opětovné stlačení.

Kontrola úniků zahrnuje:

- vyhledávání netěsností během odstávky pomocí ultrazvukového detektoru netěsností,
- určení celkového množství úniků sledováním rychlosti poklesu tlaku při vypnutém kompresoru, a to před revizí netěsností i po ní,
- opravy netěsností ve spojích, ventilech a podobně,
- výměna pootvřených ventilů za odvaděče,
- pravidelné kontroly systému.



Obrázek LD-314-1.

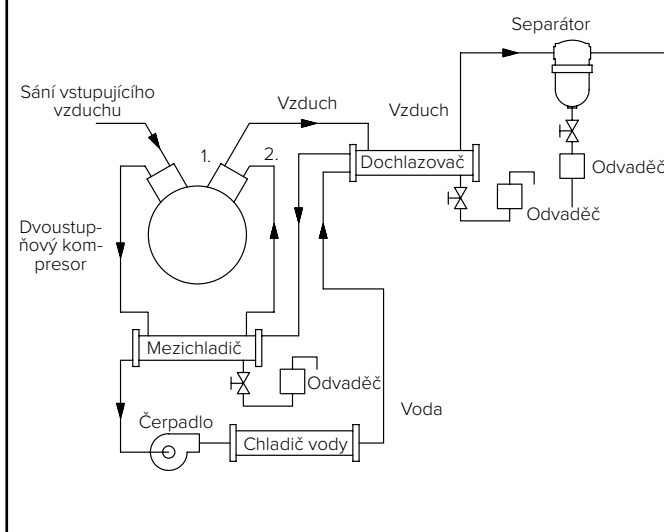
Bude-li se obsah kádinky, v níž se shromažďuje olej a voda, vypouštět u jejího dna stejnou rychlostí, jakou olej a voda přitékají, kádinka se nakonec zaplní jen olejem, protože olej plave na hladině.

Obrázek LD-314-2.

Bude-li se obsah kádinky, v níž se shromažďuje olej a voda, vypouštět v její horní části stejnou rychlostí, jakou olej a voda přitékají, kádinka se brzy zaplní vodou, protože olej plave na hladině.

Obrázek LD-314-3. Umístění odvaděčů v pneumatickém systému

Odvaděče účinným způsobem odstraňují vodu, která se v pneumatickém systému shromažďuje na mnoha místech. Umístění každého odvaděče je nutné posoudit zvlášť.



Stlačený vzduch/plyn – základní pojmy

Způsoby odvodnění

Ruční. Kapaliny lze vypouštět nepřetržitě pootevřenými ventily, nebo periodicky ručně ovládanými vypouštěcími ventily.

Otevřené vypouštěče představují nepřetržitě plýtvání vzduchem nebo plynem – a energií na jejich výrobu. Ručně otevřený ventil je možné nechat otevřený, dokud volně vychází vzduch. Obsluha však někdy ventil zavře pozdě nebo ho zapomene zavřít a vznikají ztráty vzácného vzduchu nebo plynu.

Automatické. Původní systém málokdy obsahuje vhodné automatické vypouštěcí zařízení. Následná instalace automatických odvaděčů ale výrazně sníží náklady na energii a údržbu.

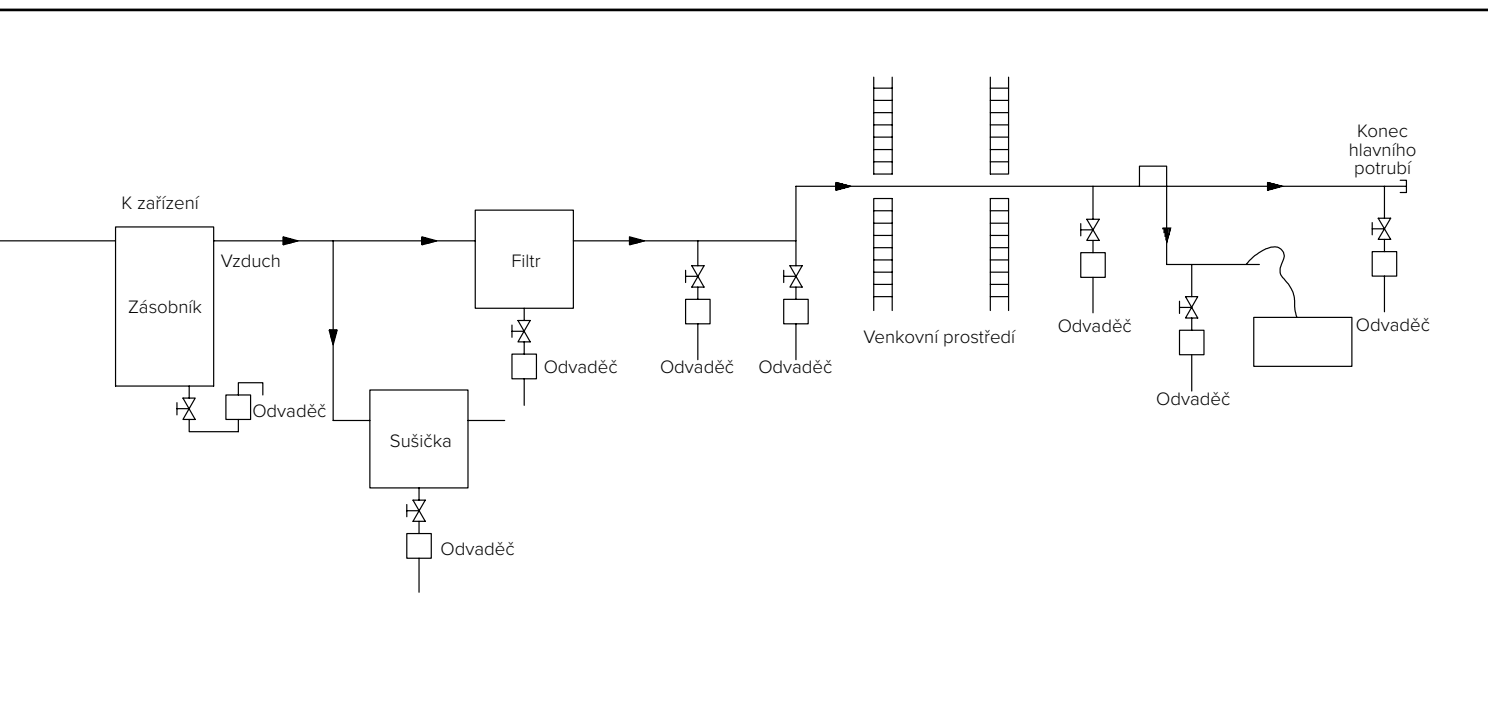
Odvaděče. Voda shromážděná v separátorech a kalnicích se musí nepřetržitě odvádět, aniž by docházelo ke ztrátám cenného vzduchu nebo plynu. V případech, kdy odvaděče nejsou součástí vlastního systému, je obvykle nutné pravidelně otvírat ruční vypouštěcí ventily nebo je nechat stále pootevřené. V obou případech jsou ventily otevřené natolik, že s kapalinou uniká určité množství vzduchu nebo plynu. Aby k tomuto problému nedocházelo, je třeba ve vhodných místech instalovat odvaděče, které kapalinu odvádějí nepřetržitě a automaticky beze ztrát vzduchu či plynu.

Funkcí odvaděče je odvod kapaliny a oleje ze systému se stlačeným vzduchem/plynem. Pro maximální účinnost a hospodárnost provozu musí odvaděč splňovat tyto podmínky:

- relativně bezproblémová obsluha s minimálními nároky na seřizování nebo údržbu,
- spolehlivý provoz i v případě, že se v potrubí nacházejí nečistoty, drť a olej,
- dlouhá provozní životnost,
- minimální ztráty vzduchu,
- snadné opravy.

Tabulka LD-315-1. Náklady na různá množství úniků vzduchu při tlaku 6 barg

Průměr orificu (in)	Rychlost unikání m ³ /h	Celkové náklady na měsíc v €	Celkové náklady na rok v €
3/8"	234,5	1 207,50	14 490
1/4"	103,6	533,75	6 405
1/8"	26,2	134,75	1 617
7/64"	20,0	103,25	1 239
5/64"	10,2	52,50	630
1/16"	6,5	33,60	403



Pro provoz s těžkým olejem a vodou

Zvonové odvaděče BVSJ jsou určeny pro systémy provozované s těžkým olejem nebo vodou.

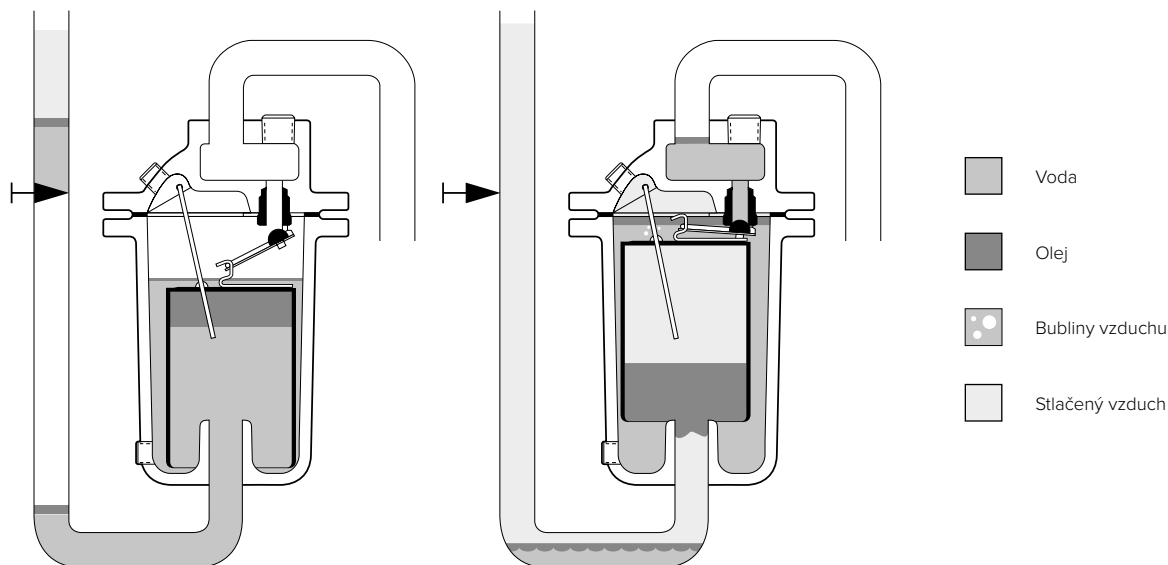
Zvonový typ se používá proto, že vypouštěcí ventil je nahoře, takže se nejdříve vypustí olej a těleso odvaděče se vždy téměř celé zaplní vodou.

BVSJ je zkratka pro Bucket Vent Scrubbing Wire – drát na čištění odvzdušňovacího otvoru ve zvonu. Tento drát průměru 1,6 mm volně visí z horní části odvaděče a prochází jeho odvzdušňovacím otvorem. Jeho funkcí je zamezit zmenšování velikosti odvzdušňovacího otvoru nánosy pevných částic nebo těžkého oleje. Díky pohybu zvonu nahoru a dolů vůči drátu na čištění odvzdušňovacího otvoru zůstává tento otvor čistý a je zachován jeho průměr.

Činnost zvonových odvaděčů

1. Protože se voda málokdy nahromadí natolik, aby došlo ke zvednutí zvonu a uzavření ventilu, odvaděč je nutné při prvním uvedení do provozu nebo po vypuštění kvůli čištění napustit. Krok 1 znázorňuje stav po napuštění olejem „po provozu“ s olejem v horní části zvonu a velmi tenkou vrstvou oleje na hladině vody v tělese odvaděče.
2. Po otevření ventilu v potrubí k odvaděči se do zvonu dostane vzduch, který vytlačí kapalinu. Když se zvon naplní do dvou třetin vzduchem, začne se vznášet. Tím se zavře vypouštěcí ventil. Během zvedání zvonu čisticí drát odstraní olej a případné nečistoty z odvzdušňovacího otvoru odvaděče. Kapaliny i vzduch v odvaděči mají maximální pracovní tlak, takže do odvaděče se už nedostane další kapalina ani vzduch, dokud se z vypouštěcího ventilu nevyпустí část kapaliny nebo vzduchu. Hydrostatický tlak vytlačí vzduch odvzdušňovacím otvorem odvaděče. Vzduch se dostává do horní části odvaděče a vytlačí vodu, která proudí pod zvon a nahrazuje vzduch proudící odvzdušňovacím otvorem ven. Jakmile naplnění zvonu vzduchem klesne pod dvě třetiny, zvon se přestane vznášet a začne tahat za páku ventilu, jak je vidět v kroku 3.

Obrázek LD-316-1. Činnost zvonového odvaděče BVSJ

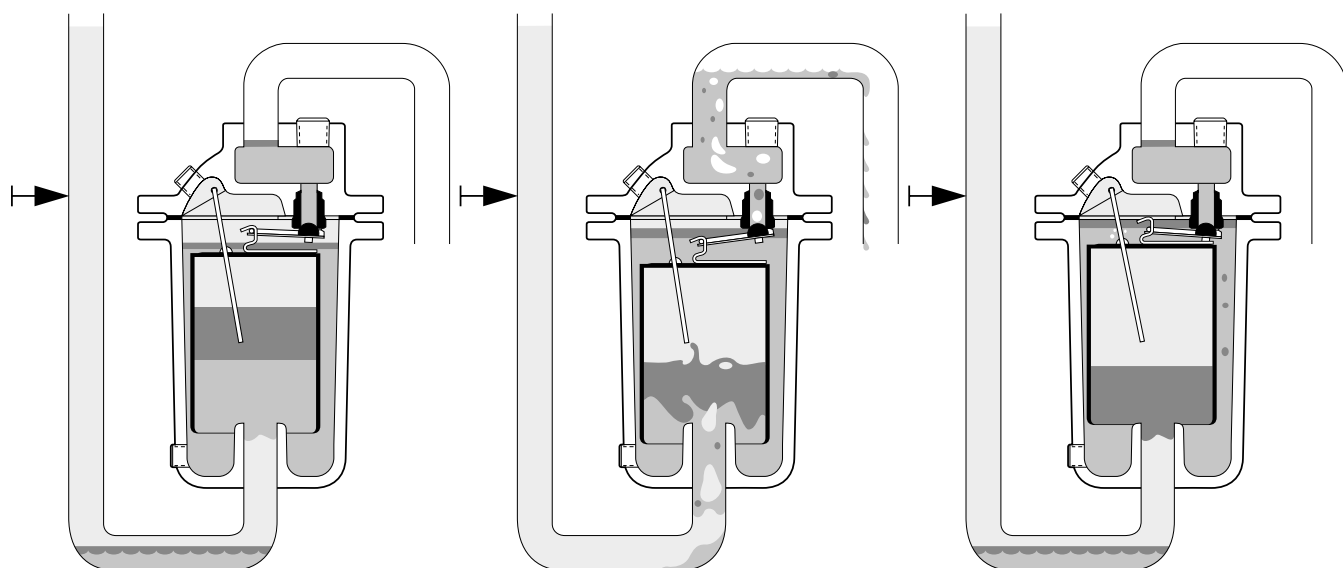


1. Napuštěný odvaděč, bez vzduchu, zvon dole, otevřený ventil odvaděče.

2. Odvaděč v provozu, zvon se vznáší. Vzduch proudí odvzdušňovacím otvorem ve zvonu a shromažďuje se v horní části odvaděče.

Zvonové odvaděče

3. Pověšimně si, že hladina kapaliny v horní části odvaděče klesla a hladina kapaliny ve zvonu se zvedla. Objem vody vytlačené vzduchem se přesně rovná objemu vody, která nateče do zvonu. Během části pracovního cyklu se zavřeným ventilem (kroky 2 a 3) se ve vodorovném potrubí před odvaděčem shromažďuje voda a olej. Když se zvon naplní kapalinou zhruba do dvou třetin, začne působit tahovou silou na páku, která pootevře vypouštěcí ventil.
4. Současně proběhnou dva děje. a) Vzduch nahromaděný v horní části odvaděče se ihned vypustí, po něm se vypustí olej a případně i voda, která natekla do odvaděče, zatímco byl ventil pootevřený. b) Tlak uvnitř odvaděče mírně poklesne, takže kapalina nahromaděná ve vodorovném potrubí může proudit do odvaděče. Vzduch vytlačuje kapalinu ze zvonu, dokud se zvon nezačne vznášet a nezavře vypouštěcí ventil, čímž opět nastane stav popsáný v kroku 2.
5. Poté co se zvon odvaděče začne vznášet, zaplní se do dvou třetin vzduchem. Olej, který natekl v době, kdy byl odvaděč otevřený, proudí do zvonu a stoupá na hladinu vody v tělese odvaděče. Odvaděč normálně vypustí malé množství vzduchu několikrát za minutu.



3. Do zvonu proudí voda a nahrazuje vzduch, který proudí odvodušňovací otvorem ve zvonu. Tím se zvyšuje hmotnost zvonu, dokud...
4. ...se ventil nepootevře tahem páky. Vzduch v horní části odvaděče se vypustí, po něm vyteče olej a voda. Do zvonu nateče kapalina z potrubí před odvaděčem a za ní proudí vzduch.
5. Vzduch vytlačí kapalinu a přebytečný olej ze zvonu, opět nastává stav popsáný v kroku 2.

Uzavřený plovák

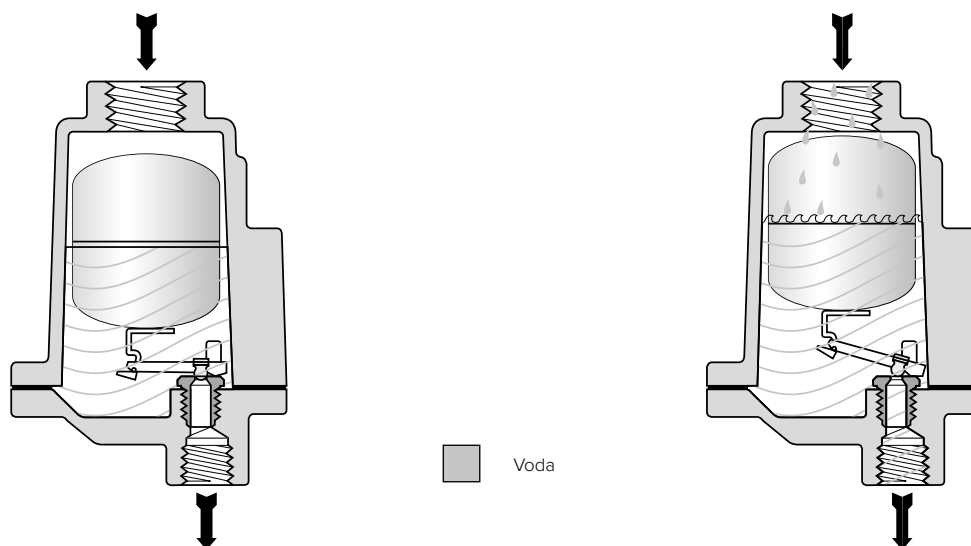
Pomocí táhel se k ventilům ve dně odvaděče upevní duté kovové tenkostěnné plováky a do výstupního otvoru odvaděče se zasune sedlo s orificem vhodné velikosti. Plováky se volí tak, aby zajišťovaly dostatečný vztlak pro otevření ventilu vzhledem k tlakovému rozdílu. Vypouštění se obvykle provádí do atmosféry, takže pokles tlaku je roven tlaku vzduchu v systému. Plovák a táhla jsou z nerezové oceli a ventil a sedlo jsou z tvrzené nerezové oceli, která zajišťuje odolnost proti opotřebení a dlouhou životnost. Těleso je podle tlaku plynu z litiny, nerezové oceli nebo lité či kované oceli. Tělesa mohou být z nerezové oceli odolné vůči korozivním směsím plynů.

Přitékající kapalina steče na dno tělesa. Jak se hladina kapaliny zvedá, plovák stoupá vzhůru, takže se ventil otevře natolik, aby vytékající množství bylo rovno přitékajícímu. V případě následné

změny přitékajícího množství se hladina vody zvedne nebo klesne a ventil se následně bude dále otvírat nebo zavírat. Výtok se tak proporcionálně mění, aby docházelo k úplnému a průběžnému vypouštění kapaliny. Průtok plynu však může být konstantní nebo se může náhle změnit v závislosti na odběrových charakteristikách systému. Kapalina se může tvořit jen sporadicky, nebo mohou z povahy provozu vznikat rázová množství. Průtok může být někdy velmi malý, takže dojde k téměř úplnému nebo úplnému uzavření ventilu. Těsnost uzavření, úniky plynu a cena odvaděče závisí na konstrukci táhel a ventilu.

Volně vedený plovák

Výtok z modelu 1-LD je nepřetržitý. Ventil je otevřený jen natolik, aby rychlost odvodu kapaliny byla stejná jako rychlost jejího přítoku do odvaděče. Proto je ventil někdy jen mírně pootevřený.



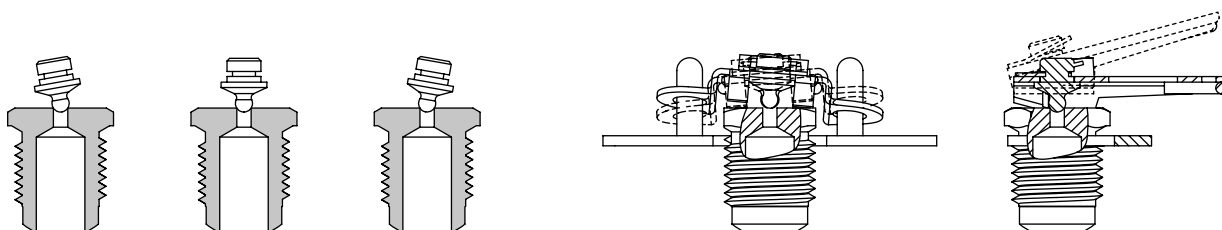
Obrázek LD-318-1. Činnost modelu 1-LD odvaděče s volně vedeným plovákem
Když voda začne natékat do tělesa odvaděče, plovák se zvedne a otevře vypouštěcí ventil. Pohyb volně vedeného plováku ventilu je veden tak, aby bylo zajištěno přesné uzavření.

ventil pro volně vedený plovák

K táhlu, které je volně zavěšeno na dvou vodících čepech, je upevněn půlkulový ventil. Nejsou zde žádné pevné čepy ani vodítka, připojení je tedy volné. Zarovnání jednotlivých částí je volné a páka a ventil se mohou pohybovat všemi směry.

Páka tedy může pohybovat ventilem do sedla v libovolné poloze. Jak se ventil přibližuje k sedlu, tlak zatlačí kulatý ventil do hrany orificu v sedle a vytvoří těsný uzávěr nepropustný pro bubliny.

Obrázek LD-318-2. Volně vedený plovák

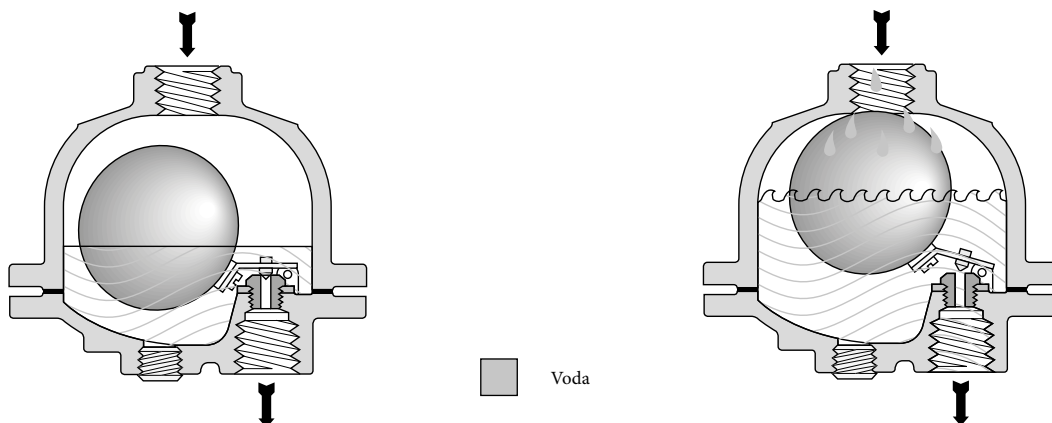


Odvaděče plovákového typu

Pevně vedený plovák s kuželovým ventilem

K systému pevných pák je připevněn ventil kuželového tvaru. Pevný čep neumožňuje volný pohyb ventilu, který tak nezapadne pevně do sedla.

Uzavření proto není těsné a lze očekávat určité ztráty vzduchu nebo plynu.



Obrázek LD-319-1. Činnost modelu 21 odvaděče s pevně vedeným plovákem

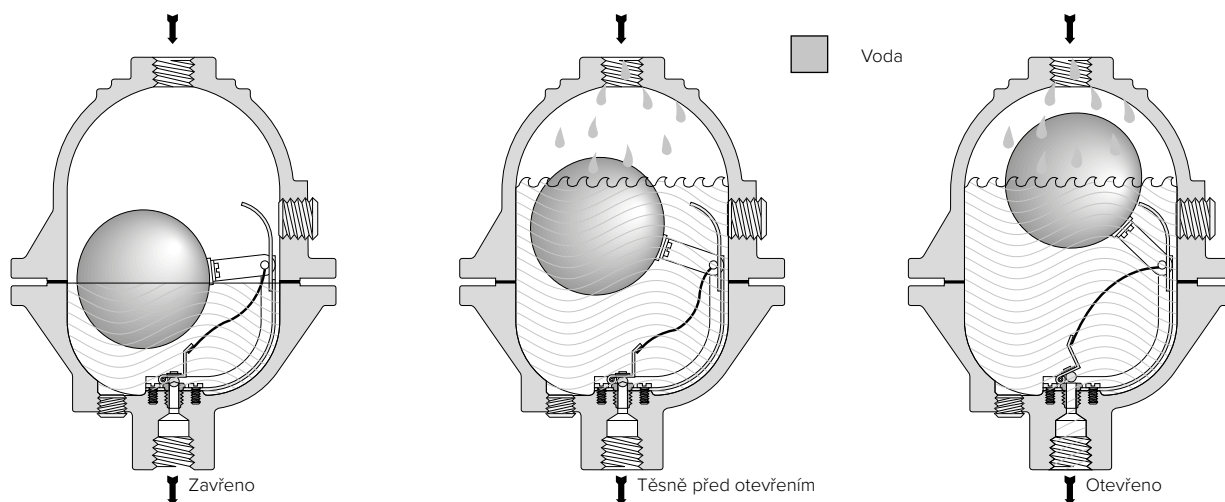
Jak stoupá hladina vody, kulový plovák pootevří ventil, z něhož vytéká kapalina stejnou rychlostí, jakou do něj natéká. Změnou rychlosti proudění do odvaděče se upravuje výška plováku a míra otevření ventilu.

Mžikový ventil

Vzhledem ke sporadickému průtoku kapaliny je ventil v odvaděči standardního plovákového typu jen mírně otevřený. Pokud jsou v kapalině jemné částice nečistot nebo drti, mohou se usazovat a částečně otevřený ventil ucpat, nebo se mohou nahromadit mezi ventilem a sedlem a znemožnit jeho zavření. Speciální ventil ovládaný mžikovou pružinou se používá proto, aby k tomu nedocházelo.

Plochá pružina upevněná k systému pák drží ventil v zavřené poloze, dokud se hladina kapaliny nezvýší tak, že vztlak bude větší než síla pružiny. Ventil se pak náhle otevře a nahromaděné nečistoty a drť jsou vypláchnuty zcela otevřeným ventilem ven. Když je těleso téměř prázdné, vztlak se sníží natolik, aby pružina náhle ventil zavřela.

Obrázek LD-319-2. Činnost modelu 71-A odvaděče s mžikovým ventilem



Cyklus plnění. Ventil odvaděče se právě zavřel. Pružina se naklání doprava. Plovák ve vodě stoupá nahoru, protože na pružinu nepůsobí žádná síla. Když dovnitř proudí voda, plovák se zvedá a v pružině se ukládá energie. Zvětšuje se tak ponoření plováku.

Plovák je nyní naplň ponořený a pružina získala tvar „kníru s konci zatočenými nahoru“. Energie se ukládá v pružině zvyšujícím se vytlačováním vody. Velmi malé zvýšení hladiny vody způsobí odskok pružiny doleva...

...A ventil se okamžitě zcela otevře. Energie pružiny se tak uvolní a plovák se vznáší vysoko ve vodě. Když hladina vody poklesne, pružina se hmotností plováku ohne doprava, takže se ventil mžikově zavře ještě před úplným vypuštěním vody.

Abychom získali všechny výhody odvaděčů popsané v předchozí části, je nutné vybrat odvaděče správné velikosti a tlaku pro danou aplikaci a správně je instalovat a udržovat.

Spoléhejte na zkušenosti. Odvaděče se většinou volí podle zkušeností. Může se jednat o:

- vaše osobní zkušenosti,
- zkušenosti zástupce nebo distributora společnosti Armstrong,
- zkušenosti tisíců ostatních uživatelů s odváděním kapalin ze stejného zařízení.

Někdy je nutné použít vlastní návrh rozměrů. Návrh velikosti odvaděče je naštěstí snadný, když znáte nebo dokážete odhadnout:

1. kapalnou zátěž v kg/h,
2. tlakovou diferenci,
3. maximální dovolený tlak.

1. Kapalná zátěž. Každá část této příručky nazvaná „Jak odvodňovat“ obsahuje vzorce a užitečné informace o postupech pro správný návrh rozměrů a bezpečnostní součinitele.

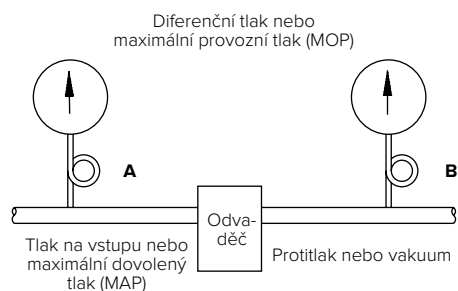
2. Tlaková diference. *Maximální diference* je rozdíl mezi tlakem v hlavním potrubí nebo tlakem za redukčním ventilem a tlakem ve vratném potrubí. Viz obr. LD-320-1. Odvaděč musí být schopen se proti této tlakové diferenci otevřít.

Provozní diference. Když strojní zařízení pracuje při určité kapacitě, tlak na vstupu do odvaděče může být nižší než tlak v hlavním potrubí. A tlak ve sběrači vratné kapaliny může být vyšší než atmosférický.

Je-li provozní diference alespoň 80 % maximální diference, při výběru odvaděčů je bezpečné použít maximální diferenci.

DŮLEŽITÉ: Přečtěte si diskusi na straně LD-321, která pojednává o méně častých, ale důležitých redukcích tlakové diference.

3. Maximální dovolený tlak. Odvaděč musí být schopen odolat maximálnímu dovolenému tlaku v systému nebo výpočtovému tlaku. Nemusí při tomto tlaku pracovat, ale musí být schopen jej zadržet. Maximální tlak na vstupu je například 10 barg a tlak ve vratném potrubí je 1 barg. Výsledkem je diferenční tlak 9 bar, avšak odvaděč musí být schopen odolat maximálnímu dovolenému tlaku 10 barg. Viz obr. LD-320-1.



Obrázek LD-320-1. „A“ minus „B“ je tlaková diference: Je-li „B“ protitlak, odečtete jej od hodnoty „A“. Je-li „B“ vakuum, přičtete jej k hodnotě „A“.

Výběr odvaděče

Faktory ovlivňující tlakovou diferenci

Tlaková diference podrobně

Tlak na vstupu může být:

- tlak v hlavním vzduchovém potrubí,
- snížený tlak regulovaný redukční ventilovou stanicí.

Vypouštění může být:

- při atmosférickém tlaku,
- při nižším než atmosférickém tlaku (podtlaku). Ke tlaku na vstupu přičtete hodnotu podtlaku – výsledkem je tlaková diference. podtlak 102,4 mm Hg = přibližně o 0,1 bar nižší než atmosférický.
- Tlak vyšší než atmosférický vlivem:
 - tření v potrubí,
 - zvyšující se hladiny kapaliny.

Každý metr výšky snižuje tlakovou diferenci přibližně o 0,1 bar, když se vypouští pouze kapalina.

Zvláštní aspekty

Odvaděče jsou k dispozici pro provoz jiného typu, než které se nacházejí ve standardních pneumatických systémech.

Vysoký tlak

Pružinové mechanismy umožňují provoz odvaděčů plovákového typu při tlacích nad 200 bar.

Jiné kapaliny než voda

Plováky se zvláštní hmotností nebo nižšími provozními tlaky jsou určeny k provozu v systémech s různými médii, například oleji a jinými kapalinami. S odvaděči plovákového typu lze použít média o relativní hustotě až 0,4.

Konstrukční materiály

Provozní požadavky na nerezovou ocel nebo jiné materiály odolné proti korozi splňují odvaděče plovákového nebo zvonového typu.

Provoz s plyny se sirovodíkem podle standardů NACE

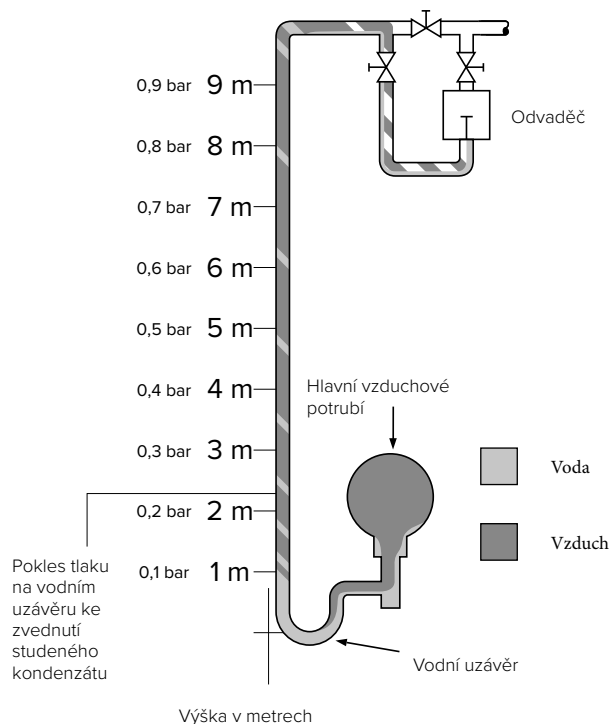
Pro provoz s plyny obsahujícími sirovodík je nutné použít zvláštní materiály a konstrukci.

Velká kapacita pro velké průtoky

Odvaděče s mimořádně velkou kapacitou umožňují použití odvaděčů plovákového typu v provozu s kapacitou až 320 000 kg/h.

Dvojitá měrná hmotnost

Odvaděče plovákového typu lze upravit tak, aby vypouštěly těžší médium z lehčího média.



Obrázek LD-321-1. Kapalina je z místa gravitačního odvodnění zvedána do odvaděče působením sifonu. Každý metr výšky snižuje tlakovou diferenci přibližně o 0,1 bar. Pověšněte si uzávěr ve spodní části a vnitřního zpětného ventilu odvaděče, který brání zpětnému toku.

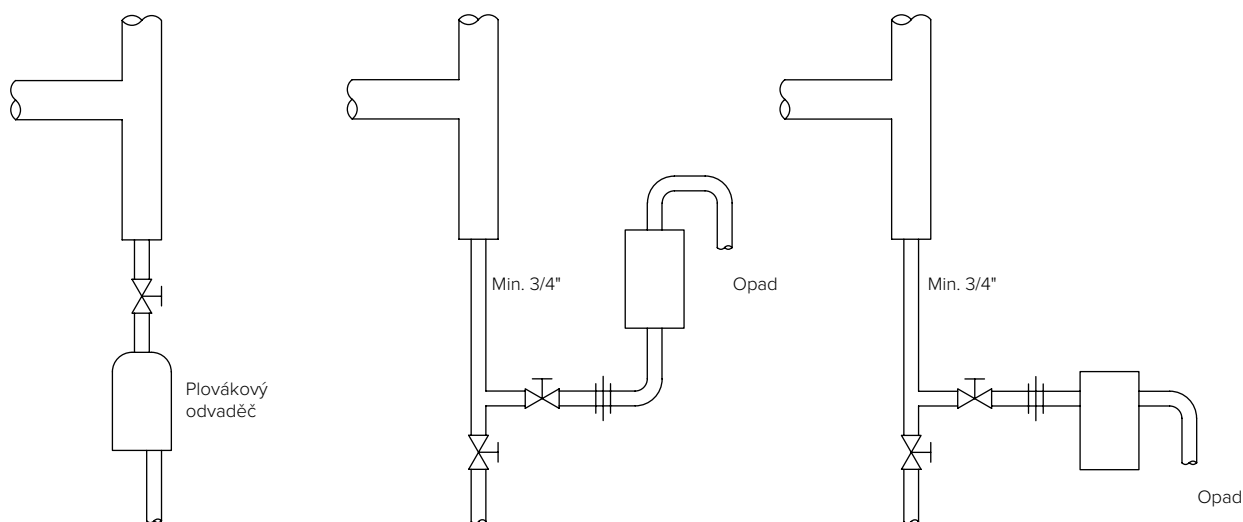
Systémy rozvodu vzduchu jsou velmi důležitým spojením mezi kompresory a obrovským množstvím zařízení využívajících vzduch. Jedná se o způsob, při němž je vzduch rozváděn do všech částí závodu, kde vykonává specifické funkce.

Tři základní součásti systémů rozvodu vzduchu jsou hlavní vzduchové potrubí, potrubní větve a rozvodné vzduchovody. Každá tato část plní určité požadavky systému a společně se separátory a odvaděči přispívá k efektivnímu využívání vzduchu. Všechny systémy rozvodu vzduchu mají společné to, že v různých vzdálenostech využívají kalníky. Kalníky slouží k těmto účelům:

1. Umožňují odtok kapaliny samospádem z rychle proudícího vzduchu.
2. Shromažďují kapalinu, dokud nedojde k jejímu vypuštění odvaděčem vlivem tlakové diference.
3. Slouží jako lapače nečistot, protože se v rozvodných systémech vždy usazují nečistoty a drť.

Odvaděče se nejčastěji používají v hlavním vzduchovém potrubí. Pro zajištění správné funkce zařízení je nezbytné, aby potrubí neobsahovalo kapaliny. Nevhodně odvodňované hlavní vzduchové

potrubí často vede ke vzniku vodních rázů a kapalných zátek, které mohou poškodit regulační ventily a další zařízení. Nahromaděná voda může také zmrznout. V místech s pomalým prouděním vzduchu může akumulace vody výrazně zmenšit světlost potrubí, a tím zvýšit pokles tlaku a energetické ztráty.



Obrázek LD-322-1.

Odvaděč instalovaný přímo pod nejnižším bodem.

Obrázek LD-322-2.

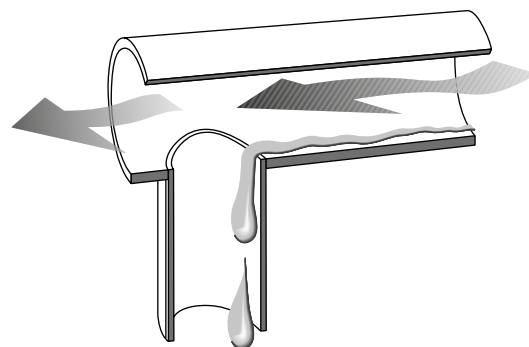
Zvonové odvaděče řady 200 nebo 300 instalované na potrubí stlačeného vzduchu kontaminovaného olejem.

Obrázek LD-322-3.

Zvonové odvaděče řady 800 nebo 900 instalované na potrubí stlačeného vzduchu kontaminovaného olejem.

Tabulka LD-322-1. Tabulka doporučených typů (Kód funkce viz tabulka na straně LD-357.)		
Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba a kód funkce
Hlavní vzduchové potrubí	FF B, C, D, J, M	FP*

* IB je dobrou alternativou tam, kde existuje možnost unášení těžkého oleje.



Obrázek LD-322-4. Délka kalníku by měla být alespoň 1,5krát větší než průměr hlavního potrubí a nikdy ne méně než 10". Průměr kalníku by měl být stejný jako u hlavního potrubí pro potrubí průměru do 4" a alespoň 1/2 průměru hlavního potrubí u větších průměrů, nikdy však méně než 4".

Jak odvodňovat systémy rozvodu vzduchu

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel pro hlavní vzduchové potrubí

Vyberte takový odvaděč, který bude vypouštět objem kapaliny, jež se normálně tvoří za provozu systému. Pokud skutečný objemový průtok vzduchu není znám, lze kapalnou zátěž odhadnout. Může-li docházet k nízkým teplotám, je třeba znát rosný bod při přívodním tlaku.

Jakmile je stanoveno toto maximum, bezpečnostní součinitel použitý k dimenzování odvaděče bude pouze 10 % celkové potenciální kapalně zátěže. Používá se deset procent z celkové hodnoty, protože většina kapaliny se odstraní v dochlazení a zásobníku. Odvaděč musí odvést jen malé zbyvající množství 10 % z celkového možného průtoku.

Instalace odvaděčů na hlavní vzduchové potrubí

Kalníky. Ve všech hlavních vzduchových potrubích by se kalníky a odvaděče měly používat v nejnižších místech nebo přirozených výpustných bodech, například před stoupacími trubkami, na konci hlavního potrubí, před kompenzátory nebo ohyby a před ventily a regulátory (viz instalace na obr. LD-322-4).

Kalníky a odvaděče je nutné instalovat i tam, kde nejsou místa přirozeného odvodnění. Obvykle se instalují ve vzdálenostech cca 150 m.

Empirické pravidlo pro výpočet kapalně zátěže u kompresorů

$$\frac{\text{průtok v Nm}^3/\text{h} \times 45,59 \text{ g/m}^3}{1000 \text{ g/kg}} = \text{kg/h}$$

1. Předpokládáme nejhorší stav:
38 °C při 100% RH
Ostatní stavy viz strana LD-312
2. Použijeme vzorec pro bezpečnostní součinitel v hlavním vzduchovém potrubí: Zátěž x 10 %

Potrubní větve

Potrubní větve odvádějí vzduch z hlavního vzduchového potrubí do konkrétních míst se zařízením využívajícím vzduch. Potrubní větve musí vždy vycházet z horní části hlavního vzduchového potrubí. Celý systém musí být navržen a sestaven tak, aby nikde nedocházelo k akumulaci kapalin. Je-li to pro konkrétní technologické účely nutné, na potrubní větvě se instaluje sušička vzduchu.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel pro potrubní větve

Vzorec pro výpočet kapalně zátěže v potrubních větvích je stejný jako u hlavního potrubí. Potrubní větve mají rovněž doporučený bezpečnostní součinitel 10 % celkové vzduchové zátěže. Kalníky je nutné instalovat před stoupacími trubkami a na konci potrubních větví, zvláště když je vývod potrubní větve delší než 15 m. Z hlavního vzduchového potrubí obvykle vede několik větví, v nichž mnohdy vzniká velká kapalná zátěž, jsou-li vedeny podél studených vnějších stěn. V důsledku tohoto ochlazení v potrubní větvě z kondenzuje více vlhkosti než v hlavním vzduchovém potrubí.

Rozvodné vzduchovody

Rozvodný vzduchovod je zakončení potrubní větve a vzduch z něj odebírá několik zařízení. Nejčastěji se využívají ve výrobních závodech pro připojení pneumatického nářadí nebo vývody do válcových pohonů. Rozvodné vzduchovody bývají podobné jako potrubní větve vedeny podél chladných stěn, kde vlivem nízkých teplot dochází ke kondenzaci a akumulaci kapaliny.

Rozvodné vzduchovody jsou často vybaveny filtry a regulátory. Regulátory se mohou rovněž nacházet v místě vyústění před zařízením využívajícím vzduch.

Protože je rozvodný vzduchovod obvykle o jednu velikost větší než potrubní větve, rychlost vzduchu při jeho výstupu z potrubní větve obvykle poklesne. Když klesne rychlost, často v kombinaci s nižšími okolními teplotami, v rozvodných vzduchovodech obvykle dochází ke hromadění kapalin. Proto se doporučuje používat kombinaci filtru s odvaděčem nebo samostatné odvaděče. Odvádění kapalin z rozvodných vzduchovodů je důležité pro ochranu regulátorů na vzduchovém zařízení a orificů ve vzduchových přístrojích.

Zde se běžně nevhodně používají ruční ventily z důvodu jejich snadné přístupnosti. Při vypouštění kapaliny a zamezování znečištění nástroje nebo pneumatického nářadí se ruční ventily často nechávají pootvřené do atmosféry. Když takto zůstanou delší dobu, výsledkem jsou velké ztráty vzduchu v důsledku neomezeného úniku velkého množství vzduchu do atmosféry.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel pro rozvodné vzduchovody

Pro rozvodné vzduchovody do průměru 2" je obvykle nejpraktičtější ten nejmenší odvaděč. V případě průměrů nad 2" se rozvodný vzduchovod považuje za potrubní větve. Pak se použije postup dimenzování z části Hlavní vzduchové potrubí.

Tabulka LD-324-1. Tabulka doporučených typů

(Kód funkce viz tabulka na straně LD-311.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Potrubní větve	FF B, C, D, J, M	FP*
Rozvodné vzduchovody	FF B, C, D, I, M	FP

* IB je dobrou alternativou tam, kde existuje možnost unášení těžkého oleje.

Jak odvodňovat systémy rozvodu vzduchu

Instalace

Je nutné dodržet základní pravidla instalace odvaděčů: Musí být přístupné, je nutné je instalovat pod vypustným bodem a v jeho blízkosti. Pokud se výpusť pro daný odvaděč nachází v určité vzdálenosti od odvaděče, vypouštěcí potrubí musí z odvaděče vycházet (nikoli do něj ústít).

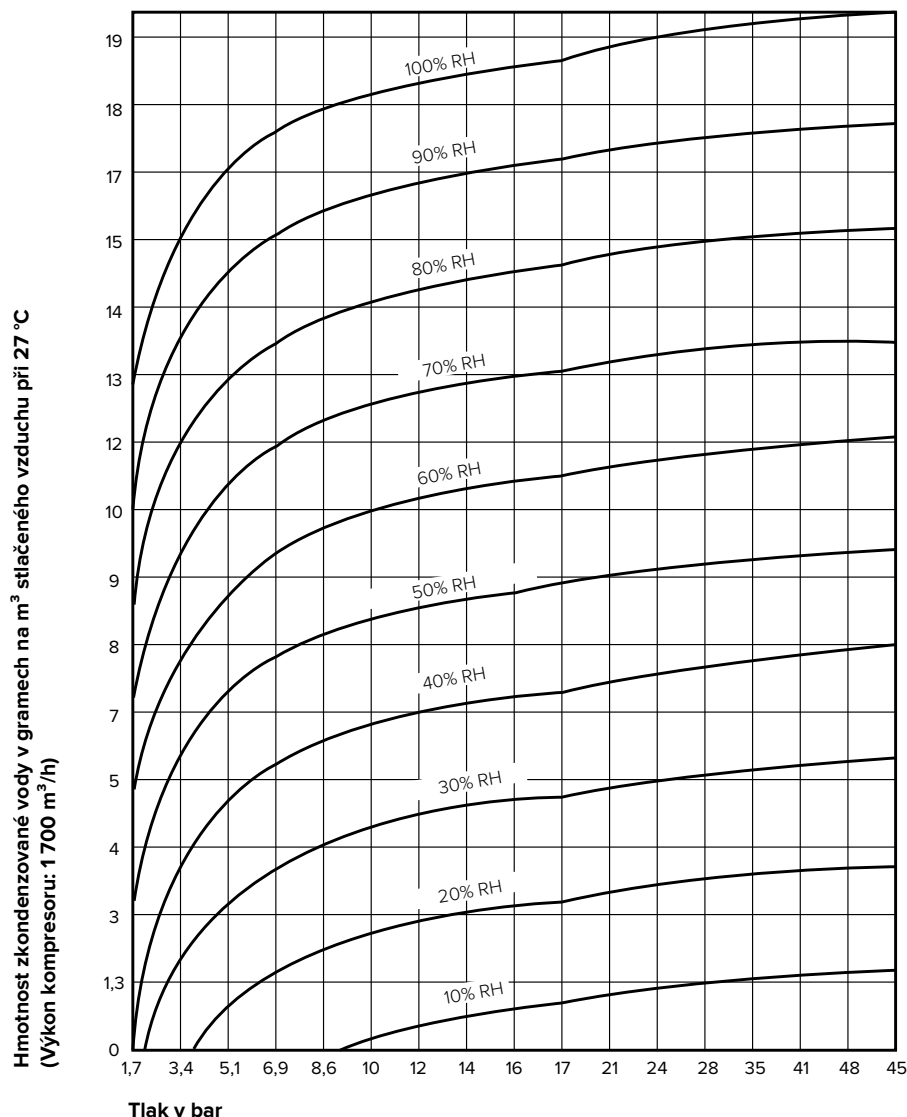
Při instalaci odvaděčů na přípojku s filtrem je třeba věnovat zvláštní pozornost velikosti přípojky. Výstup z filtru má obvykle průměr 1/4" nebo méně. Tato velikost obvykle stačí maximálně na vypouštění kapalných zátek do odvaděče. Plovákový odvaděč musí mít buďto odvzdušnění, nebo je nutné zvolit velikost přípojky minimálně na 3/4". Další doporučení k instalaci najdete na stranách LD-360 a LD-361.

Tabulka LD-325-1. Korekční součinitele

Chcete-li zjistit hmotnost zkondenzované vody v gramech při jiných teplotách než 27 °C, najdete hmotnost zkondenzované vody při 27 °C a vynásobte uvedenými součiniteli

°C	Souči-nitel	°C	Souči-nitel	°C	Souči-nitel	°C	Souči-nitel
-12	0,070	10	0,373	38	1,81	60	5,15
-7	0,112	16	0,525	43	2,39	65	6,52
-1	0,176	21	0,729	49	3,12	71	8,19
5	0,259	32	1,35	54	4,02	77	10,2

Graf LD-325-2. Voda zkondenzovaná ze stlačeného vzduchu



Poznámka: Množství zkondenzované vody je přímo úměrné výkonu kompresoru. Například u kompresoru s výkonem 850 m³/h vynásobte stanovené množství kondenzátu hodnotou 0,50; u kompresoru s výkonem 340 m³/h vynásobte množství kondenzátu hodnotou 0,20.

Dochlazovač

Dochlazovač je primárním prostředkem k odstranění vlhkosti v průmyslových pneumatických systémech. Zvyšuje účinnost rozvodu vzduchu snížením poklesu tlaku, který vzniká při proudění vzduchu systémem. Používá se k tomu chladicí voda, která sníží měrný objem vzduchu, který tak může proudit systémem s menší tlakovou ztrátou. Dochlazovače se používají u většiny průmyslových kompresorů s výkonem nad 7,5 kW. Dochlazovače kromě odstranění kompresního tepla také odstraňují přibližně dvě třetiny kapaliny obsažené ve vzduchu a odstraňují část oleje unášeného z kompresoru.

Mezichladič

Účelem mezichladičů kompresorů je zvyšovat účinnost komprese snížením teploty a měrného objemu vzduchu mezi jednotlivými stupni komprese. Kompresor tak může lépe pracovat při nižší teplotě. Vzhledem k tomu, že v mezichladiči dochází k určité kondenzaci, je nutné chránit součásti kompresoru odvaděčem.

Kdyby byla z mezichladiče unášena kapalina, do kompresoru by se též dostávaly nečistoty nebo rez a docházelo by k rezivění vnitřních částí kompresoru, což je pro účinný provoz kompresoru nežádoucí. Kdyby se z mezichladiče do kompresoru dostávaly kapalné zátoky, jeho chod by byl nepravidelný. Zde je nutné zajistit účinné odvodňování, aby byl do dalšího stupně kompresoru přiváděn jen suchý vzduch.

Mezichladič je nejčastěji konstruován jako trubkový výměník tepla. Kondenzát z tepelného výměníku obvykle vytéká nepravidelně, takže se zátoky hromadí a přitékají do odvaděče. Na mezichladič je proto nutné instalovat kalník a výstupní potrubí s maximálním průměrem vedoucí do lapače nečistot. Kalník přispívá k optimální činnosti odvaděče při odvádění vodních zátek a sám odvádí určitou část kondenzátu, když odvaděč vypouští kapalinu.

Pokud kompresor není samomasný nebo hermetický, mezichladič si musí poradit i s unášeným olejem. Vzduch proudící do mezichladiče unáší aerosol nebo kapičky oleje. Protože má vzduch relativně vysokou teplotu, je olej poměrně řídký. Když se pak vzduch a olej v mezichladiči ochladí, může olej zhoustnout. Odvaděč musí být schopen tento olej vypustit, ještě než zhoustne a negativně ovlivní chod odvaděče a mezichladiče. U této aplikace je výběr odvaděče velmi důležitý, neboť si odvaděč musí poradit se směsí vody a oleje a olej je nutné vypustit jako první.

Vzhledem k tomu, že dochlazovač odstraní přibližně dvě třetiny celkové kapalné zátěže, musí být zde použité odvaděče obvykle daleko větší než odvaděče použité v ostatních částech systému.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel

Mezichladič

Vyberte vhodný odvaděč pro:

1. teplotu vody vstupující do mezichladiče,
2. průtok vzduchu mezichladičem,
3. mezistupňový tlak, při němž mezichladič pracuje.

Pomocí grafu LD-325-1 na straně LD-325 „Voda zkondenzovaná ze stlačeného vzduchu“ určete hmotnost zkondenzované vody v gramech na m³. Pak vynásobte výkonem kompresoru (1 700 m³/h) a vydělte číslem 1000. Výsledkem je průtok vody v kg/h. Pak použijte bezpečnostní součinitel 2:1.

Tabulka LD-326-1. Tabulka doporučených typů
(Kód funkce viz tabulka na straně LD-311.)

Odvodňovací zařízení	Vzduch		Plyn	
	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Dochlazovač	IB	FF	*FF	FP
Mezichladič	F, G, J, K, M	FF	B, E, J	FP

* Protože odvaděče typu IB odplyňují, je navržen typ FF, protože odplynění nemusí být žádoucí.

Jak odvodňovat mezichladiče, dochlazovače a kombinace dochlazovačů se separátory

Při výběru typu odvaděče vezměte v úvahu možné závady a schopnost odvaděče reagovat na kapalné zátky. Ve většině případů je žádoucí porucha, při které odvaděč zůstane „otevřený“, protože je nezbytné chránit kompresor před kapalnými zátkami. Rychlá reakce na příchozí zátky je důležitá, aby nevznikaly prodlevy mezi nahromaděním kapaliny a jejím vypuštěním z odvaděče.

Dochlazovač

Když není známa rychlost kondenzace v mezichladiči, pro výpočet zatížení kondenzátem existují dva nejčastější způsoby. Prvním způsobem je výpočet celkového průtoku vzduchu v systému. Pomocí grafu LD-325-1 na straně LD-325 s názvem „Voda zkondenzovaná ze stlačeného vzduchu“ pak určíte hmotnost zkondenzované vody v gramech na m³. Tuto hodnotu vynásobíte výkonem kompresoru (1 700 m³/h) a vydělíte číslem 1000. Výsledkem je požadovaná kapacita odvaděče v kg za hodinu (pro použití tohoto grafu je nutné znát maximální vstupní teplotu v létě a relativní vlhkost). Toto zatížení se pak vynásobí číslem 2 a získáme požadovanou kapacitu odvaděče.

Druhým způsobem výpočtu kapacity odvaděče je použití maximální povolený průtok dochlazovačem. Použijte graf „Voda zkondenzovaná ze stlačeného vzduchu“ na straně LD-325 stejně jako u způsobu č. 1. Přestože při použití tohoto způsobu obvykle vyjde větší velikost odvaděče, umožňuje přidání dalšího kompresoru nebo propojení několika kompresorů v systému v případě nutnosti použití neplánovaných obtoků.

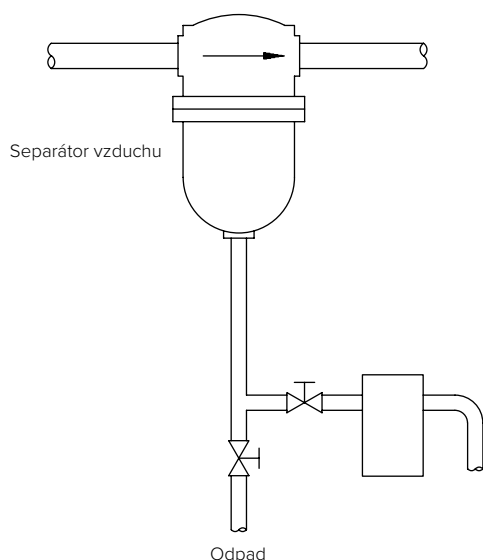
U druhého způsobu je důležité co nejpřesněji odhadnout průměrnou teplotu vody v dochlazovači. Do kontaktu s vodními trubkami ve skutečnosti nepřichází všechn vzduch, a vzduch se proto neochlazuje na teplotu vody rovnoměrně. Je-li známa skutečná teplota výstupního vzduchu, je to daleko nejpřesnější hodnota, kterou lze použít. Správně dimenzovaný dochlazovač normálně ochladí stlačený vzduch na teplotu o 10 °C nižší, než je teplota přiváděného vzduchu.

Instalace

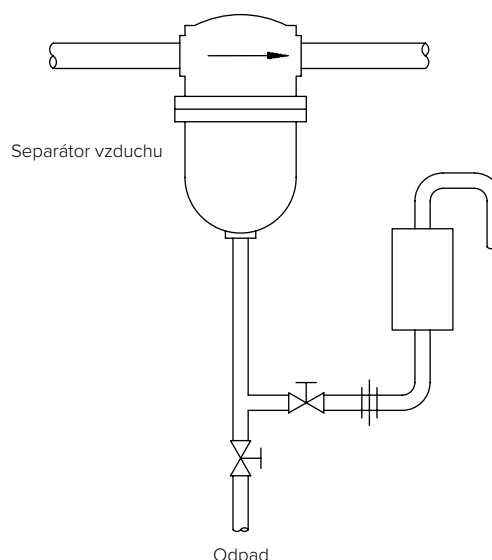
Při instalaci odvaděčů na dochlazovače nebo dochlazovače se separátorem, je nutné dodržet základní pravidla instalace odvaděčů:

- Přístupnost pro prohlídky a opravy.
- Pod odvodňovaným místem.
- Co nejbliže nejnižšímu bodu.

Dodržujte pokyny výrobce pro montáž odvaděče. Většina dochlazovačů je vybavena samostatným separátorem. Pokud však není součástí výbavy, je nutné jej odvodňovat individuálně. V případě kombinace dochlazovače se separátorem obvykle stačí instalovat odvaděč jen na separátor. Viz obr. LD-327-1 nebo LD-327-2. Ale opět platí, že je důležité se řídit pokyny výrobce. Další doporučení k instalaci najdete na stranách LD-360 a LD-361.



Obrázek LD-327-1. Instalace zvonového odvaděče řady 200 na potrubí stlačeného vzduchu kontaminovaného olejem.



Obrázek LD-327-2. Zvonový odvaděč řady 800 instalovaný na potrubí stlačeného vzduchu kontaminovaného olejem.

Separátory mají v systému stlačeného vzduchu důležitou funkci. Separátory se též označují jako odlučovače, oddělovače nebo odmlžovače. Slouží k odstranění kapaliny, která se může pohybovat vysokou rychlostí, z proudícího vzduchu, a tuto funkci obvykle vykonávají ve dvou krocích.

1. Separátory zvyšují výtokovou plochu a objem plynu, a tím snižují jeho rychlost. Vzduch v systému může proudit rychlostí vyšší než 45 m/s. Při této rychlosti je kapalina strhávána do vzduchu ve formě kapiček a neteče na dně trubky. Chceme-li tyto kapičky odstranit, je nutné snížit rychlost plynu, jinak se budou kapičky hromadit a opět budou strhávány proudícím plynem.
2. Druhým krokem je změna směru a úhlu dopadu kapaliny. Jak se snižuje rychlost plynu, rychlost rychle se pohybujících kapiček lze ještě více snížit změnou směru proudění vzduchu o 90° nebo jeho přivedením do kruhové komory. V obou těchto případech jsou kapičky „metány“ na povrch usměrňovačů toku, plechů nebo stěn separátoru.

Protože tyto kapičky mají relativně vysokou hmotnost a jsou nestlačitelné, jejich rychlost prudce klesne. V tomto okamžiku převládne působení tíhové síly, takže kapičky se začnou spojovat a stékat na dno separátoru. Kapalina často proudí po celé ploše stěny separátoru dolů a shromažďuje se ve výstupní trubce, kde vytvoří zátku. Tyto zátky je důležité ihned vypouštět, protože separátor je obvykle poslední možností, jak ochránit zařízení využívající vzduch.

Pokud se kapalina může nějakou dobu shromažďovat, může ohrozit účel a funkci separátoru. Jestliže tedy separátor účinně neplní svou funkci, může se z něj vlastně stát nádrž na kondenzát, ve které se hromadí nárazová množství přenášená dál do vzduchového potrubí a do chráněného zařízení. V takovém případě je použití separátoru horší než vůbec žádná ochrana.

Umístění

Separátory se normálně umísťují na výstupní stranu dochlazovačů a před zásobník stlačeného vzduchu. Jejich součástí je často filtr a montují se před citlivé pneumatické zařízení, nebo jsou instalovány do filtru na rozvodném vzduchovodu. V takovém případě se může jednat o kombinaci filtru, olejové maznice, regulátoru a separátoru s místem pro vypuštění nahromaděných kapalin.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

Je-li separátor součástí dochlazovače instalovaného mezi kompresor a zásobník, při výběru odvaděče postupujte podle části o dochlazovačích a dochlazovačích se separátory.

Na výběru odvaděče hodně záleží, zvláště u zařízení s potrubím přiváděného vzduchu s průměrem větším než 1", protože při tvorbě vodních zátek se může do zařízení využívajících vzduch dostávat vodní kámen a způsobovat vážné problémy. U separátorů větších než 1" je nutné vypočítat průtok sečtením spotřeby vzduchu v zařízeních za kompresorem a pak použít graf LD-325-1 „Voda z kondenzovaná ze stlačeného vzduchu“ na straně LD-325. K určení kapacity odvaděče použijte maximální předpokládanou vodní zátěž a bezpečnostní součinitel 3:1.

Tabulka LD-328-1. Tabulka doporučených typů
(Kód funkce viz tabulka na straně LD-311.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Velikost potrubí separátoru > 1"	FF*	IB
Přívodní trubka do separátoru > 1"	J, B, C, E	FP*

* IB je dobrou alternativou tam, kde existuje možnost unášení těžkého oleje.

Jak odvodňovat separátory a kombinace separátorů s filtrem



Chceme-li určit správnou kapacitu odvaděče pro separátory s průměrem potrubí menším než 1", určíme průtok z grafu LD-325-2 „Voda zkondenzovaná ze stlačeného vzduchu“ na straně LD-325 a pak vypočteme 20 % maximálního zatížení.

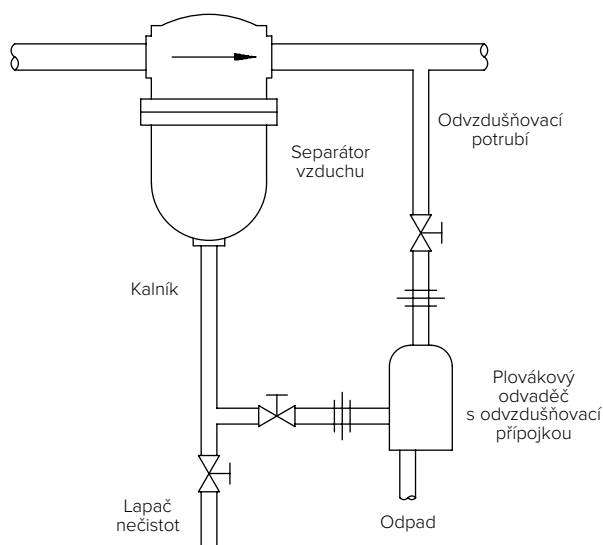
Bezpečnostní součinitel u obou postupů výběru je 3:1, protože separátory musí reagovat na náhlý přítok většího množství kapaliny. V takovém případě musí odvaděč zvládnout daleko větší množství kapaliny, než je obvyklé při běžném provozu.

Instalace

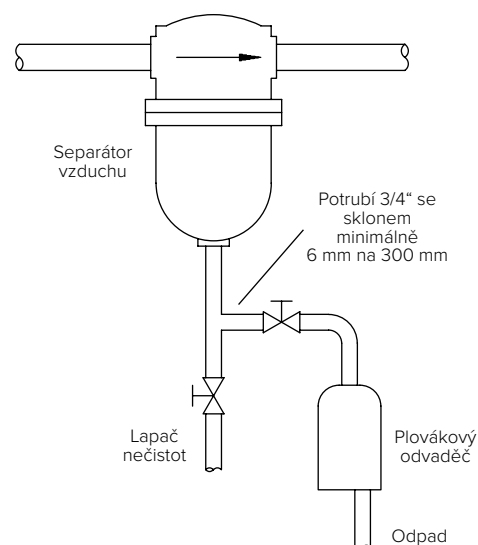
Při instalaci odvaděčů s kulovým plovákem na separátory o velikosti 1" a více je důležité odvaděč odvodušňovat (účel a funkce odvodušňovacího potrubí viz část o způsobu připojení kulových plováků straně LD-360). Všechny ostatní typy odvodušňovačů musí být připojeny co nejbližší ke kalníku. Kalník by měl mít stejnou velikost jako odvodušňovací přípojka na separátoru a vést 150 mm pod separátor, dalších 150 mm je určeno pro lapač nečistot. Odvaděč se pak pomocí T-kusů připojí mimo toto potrubí (viz obr. LD-329-1 a LD-329-2). Toto potrubí má zásadní význam, protože jak bylo uvedeno výše, separátor nepojme všechnu odváděnou kapalinu, takže může nadělat více škody, než kdyby se žádný separátor nepoužil. Proto je zcela zásadní dodržovat základní pravidla:

Přístupnost pro prohlídky a údržbu.
Pod odvodušňovaným zařízením.
V blízkosti nejnižšího bodu.

K zajištění správného vypouštění kapaliny do odvaděče by velikost potrubí vedoucího z kalníku do jednotky měla být stejná jako vstup do odvaděče. Opět platí, že vznikají-li vodní zátky, je důležité okamžité odvodnění odvaděče. Odvodušňovací otvory na plovákových odvaděčích by měly mít velikost min. 1/2", pokud možno 3/4". Ventily použité na tomto odvodušňovacím potrubí by měly být zcela otevřené, aby mohl plyn volně proudit z kapaliny natékající do odvaděče. Další doporučení k instalaci najdete na stranách LD-360 a LD-361.



Obrázek LD-329-1. Instalace odvaděče s vyrovnávacím potrubím za separátorem k zajištění rychlého a rovnoměrného proudění do odvodušňovače. Pověšměte si boční vstupní přípojky ze separátoru.



Obrázek LD-329-2. Instalace odvaděče na straně separátoru.

Zásobníky mají v systému důležitou úlohu jako nádoby pro akumulaci vzduchu. Zásobník tlumí kolísání tlaku v systému a je krátkodobou zásobárnou v případě závady kompresoru. Funguje též jako odlučovač kapaliny, aby se kapalina unášená vzduchem nedostávala do sušičky vzduchu nebo hlavního vzduchového potrubí. Zásobník by měl mít takovou velikost, aby poskytoval zásoby stlačeného vzduchu při běžných odstávkách, zvláště u systémů přístrojového vzduchu. Množství vzduchu uloženého do zásoby závisí na objemu zásobníku.

Zásobník by se měl nacházet v blízkosti kompresoru. Ke kondenzaci kapaliny obvykle dochází při nízkých rychlostech v zásobníku. Rychlost v nejnižším bodu je rychlost, kterou se částice pohybují ve všech ostatních částech provozního systému. Vzduch zůstává v zásobníku po určitou dobu a může se ochladit na okolní teplotu. Při tomto ochlazení vzduchu dochází ke kondenzaci vlhkosti.

Zásobník je ve spodní části vybaven vypouštěcím otvorem, z něhož kapalina proudí do odvaděčů. Zásobníky se vzhledem k jejich velikosti a umístění v blízkosti kompresoru často instalují u podlahy. V takovém případě je vypouštěcí bod poměrně nepřístupný, potrubí odvaděče se obtížně montuje a odtok kapaliny samospádem do odvaděče je mnohdy nemožný. Aby tyto problémy nevznikaly, měl by se zásobník nacházet na betonovém podstavci, který umožní efektivní instalaci a provoz odvaděče.

Odvodňování zásobníku se doporučuje z několika důvodů. Dojde-li ke snížení objemu zásobníku, účinek tlumení tlakových výkyvů stlačeného vzduchu se sníží a značně se zkrátí doba mezi poruchou kompresoru a vypnutím systému. Má-li kapalina možnost se hromadit, může též docházet ke korozi uvnitř zásobníku.

K odvodnění zásobníků se nejčastěji používají ruční ventily, protože se obvykle instalují u podlahy. V každodenním provozu systému se pak následná ztráta objemu zásobníku snadno přehlédne. Stejně jako u každého ručního zařízení můžete zapomenout ruční ventil otevřít. Když pak dojde ke změně počasí z relativního sucha a nízké vlhkosti na teplo s vysokou vlhkostí, objem zásobníku se sníží a klesne i jeho tlumicí a akumulací schopnost. Kompresor má za těchto podmínek kratší cyklus, který zvyšuje jeho opotřebení. Na nutnost otevření ručního ventilu upozorní jen unášení kapaliny dále do systému. V takovém případě může dojít k závadě sušičky vzduchu, do hlavního vzduchového potrubí se může dostat kapalina, která tak může rázově proniknout do celého systému společně se rzi, a zvyšuje se riziko vodních rázů, případně zamrznutí.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitele

Chceme-li vybrat správný odvaděč pro zásobník, je nutné vypočítat celkové zatížení systému pomocí grafu LD-325-1 „Voda z kondenzované ze stlačeného vzduchu“ na straně LD-325. Když známe toto potenciální zatížení, vynásobíme je těmito součiniteli: Při použití dochlazovače vynásobte zatížení hodnotou 50 %, při použití dochlazovače se separátorem vynásobte celkové zatížení hodnotou 40 % a pokud žádný dochlazovač není, celkové zatížení vynásobte hodnotou 70 %. Když znáte toto zatížení, použijte bezpečnostní součinitel 2:1.

Tabulka LD-330-2. Součinitele pro vynásobení s celkovým zatížením systému

Celkové zatížení systému s	S dochlazovačem	S dochlazovačem se separátorem	Bez dochlazovače
Vynásobte součinitelem	50 %	40 %	70 %

Tabulka LD-330-1. Tabulka doporučených typů

(Kód funkce viz tabulka na straně LD-311.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Zásobníky	FS* C, E, I, J, K	IB D

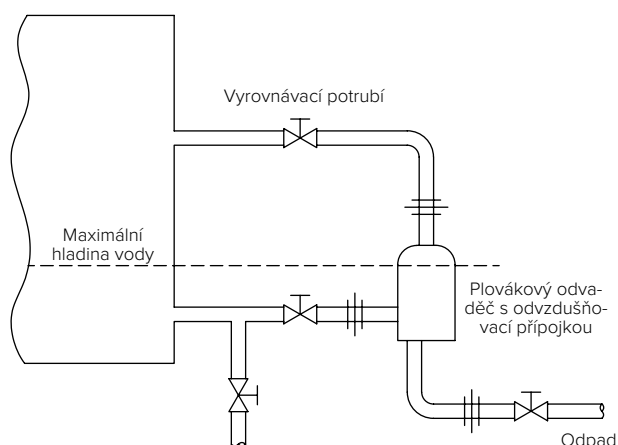
* FF pro více než 55 kg/h

Jak odvodňovat zásobníky

Instalace

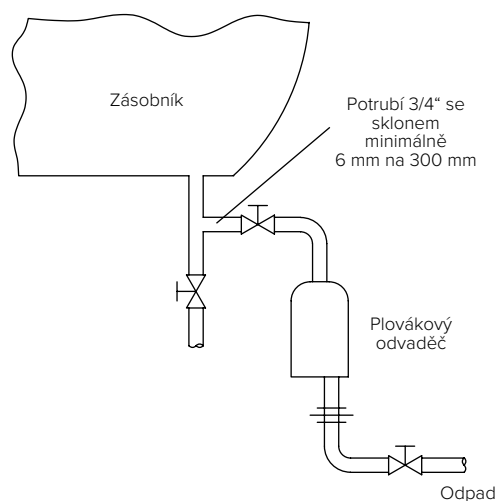
Když se u zásobníku použije odvaděč plovákového typu, hladina bude dosahovat zhruba ke vstupní přípojce na odvaděči. Proto je důležité umístit odvaděč co nejbliže k podlaze, aby byl zároveň dosažitelný a na potrubí nebyla snížená místa. Viz obr. LD-331-1 až LD-331-4. Je-li při použití plovákového odvaděče na potrubí snížené místo a přípojka není odvodušňovaná, celá jednotka nebude fungovat. V případě odvodušňované jednotky bude snížené místo na potrubí stále zaplavené. Zvonový odvaděč lze instalovat nad podlahu, protože bude fungovat nad vypouštěcím bodem.

Je vhodné instalovat vnitřní zpětný ventil, trubku a spojku, aby při odstavení systému nedocházelo ke zpětnému proudění kapalné zátky. Pokud se v systému předpokládá výskyt nečistot, použijte plovákový odvaděč s mřížkovým ventilem. Životnost pružiny lze v tomto případě prodloužit mírným posunutím odvaděče nahoru, aby se kapalina mohla mezi pracovními cykly odvaděče hromadit jak v zásobníku, tak v tělese odvaděče. Další doporučení k instalaci najdete na stranách LD-360 a LD-361.



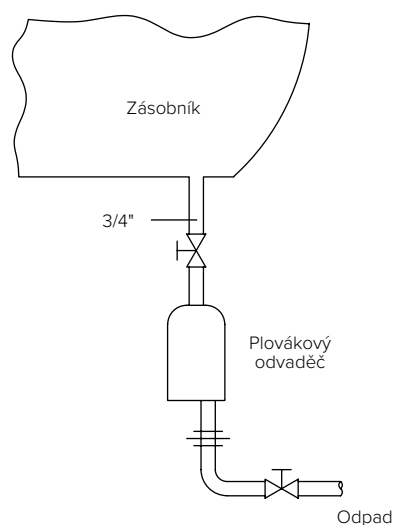
Obrázek LD-331-1.

Odvaděč instalovaný po straně zásobníku blízko podlahy. Než se odvaděč otevře, voda vystupá k přerušované čáře.



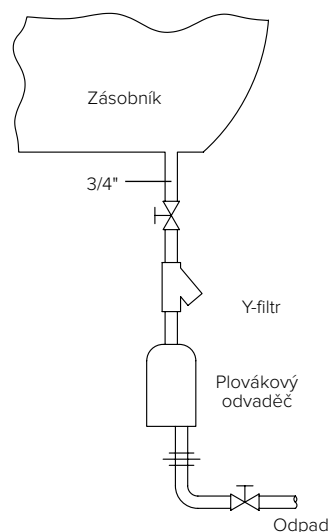
Obrázek LD-331-2.

Odvaděč instalujte po straně pro lepší přístupnost nebo jako kompenzaci nedostatku prostoru pod zásobníkem (zvláště je-li odvaděč umístěn pod kompresorem).



Obrázek LD-331-3.

Tento způsob instalace nedoporučujeme kvůli problémům s nečistotami, které mohou vznikat, když je odvaděč umístěn přímo pod zásobníkem.



Obrázek LD-331-4.

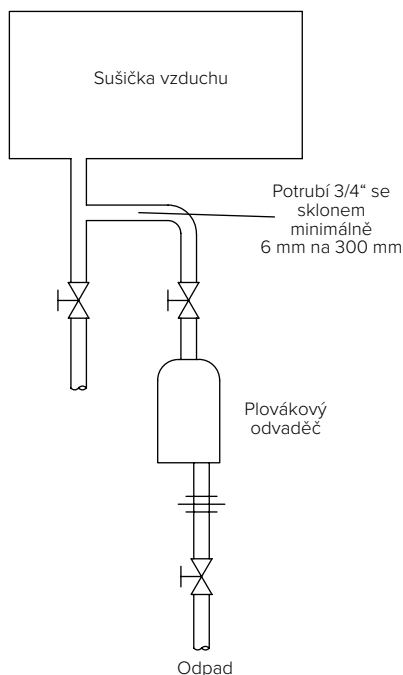
Stejná instalace, ale s filtrem na ochranu odvaděče.

Funkcí sušiček je odstraňovat kapalinu v aplikacích, v nichž by zamrznutí nebo nahromadění vlhkosti mohlo v zařízení využívajícím vzduch způsobit vážné problémy. Sušičky se musí vždy instalovat v systémech, v nichž je nutná vysoká kvalita přístrojového vzduchu.

Jsou dva základní typy sušiček – absorpční (s vysoušecím prostředkem) a kondenzační (s chladičem). V absorpční sušičce chemický vysoušecí prostředek pohlcuje kapalinu vznikem chemické vazby s molekulami vody. Absorpční sušičky mohou dosahovat velmi nízkých hodnot rosného bodu a často se instalují s předsušičkou kondenzačního typu. Kondenzační sušičky fungují stejně jako dochlazovače na principu cirkulace studeného média, díky němuž vlhkost kondenzuje. Jejich schopnost dosáhnout nízkého rosného bodu je však omezena teplotou, při níž se na trubkách tepelného výměníku tvoří námraza (což značně snižuje přenos tepla).

Z toho vyplývá diskuse o rosném bodu. Rosný bod je teplota, při níž kondenzuje vlhkost ze vzduchu, když se jeho relativní vlhkost zvýší nad 100 % – viz graf LD-333-1. Za tohoto stavu vodní páry kondenzují a lze je vypustit do odvaděče. Rosný bod je také důležitý pro vzduch vycházející ze sušičky, protože je-li vzduch vystaven teplotám pod rosným bodem, bude se tvořit vlhkost. Při použití sušiček vzduchu je tedy důležité vzít v úvahu dvě vlastnosti stlačeného vzduchu, které mají vliv na výběr sušičky.

1. Po stlačení vzduchu dojde ke zvýšení rosného bodu. Je také potřeba znát tlakový rosný bod. Například přestože je za atmosférických podmínek rosný bod 4 °C, po stlačení vzduchu na 7 bar se rosný bod zvýší na cca 12 °C. Když u venkovních systémů teplota poklesne pod 12 °C, bude docházet ke kondenzaci a zamrznutí této vlhkosti.
2. Když se vzduch v přístrojích nebo pneumatickém nářadí rozpíná, jeho objem se zvýší, tlak sníží a teplota obvykle klesne. Pokud teplota poklesne pod rosný bod vzduchu, v zařízení se bude tvořit nežádoucí vlhkost. Vzduch by za jiných podmínek než při rozpínání nebyl takové teplotě vystaven.



Obrázek LD-332-1.

Instalace odvaděče s kalníkem pro odstranění nečistot.

Tabulka LD-332-1. Tabulka doporučených typů

(Kód funkce viz tabulka na straně LD-311.)

Odvodňované zařízení	Základní volba a kód funkce	Alternativní volba
Sušičky	FF B, C, J, N	IB FP

Jak odvodňovat sušičky

Odvaděče jsou obvykle nutné jen na sušičkách kondenzačního typu. Chladivo v nich ochlazuje vzduch a vzniká vlhkost, kterou vypouští odvaděč. V případě sušičky absorpčního typu vlhkost pohlcuje vysoušecí prostředek, vzniká chemická vazba s molekulami vody a žádná kapalina se nehromadí. Tyto navázané molekuly vody se pak obvykle odstraní v regeneračním cyklu, kterým tato sušička pravidelně prochází.

Výběr odvaděče a bezpečnostní součinitel

Výrobce sušičky ve většině případů uvádí výkon sušičky jako odvlhčovací kapacitu. Na tuto hodnotu je však také nutné aplikovat bezpečnostní součinitel. Pokud kapacita sušičky není známa, pak je nutné vypočítat obsah vlhkosti ve vzduchu v dochlazovací a obsah vlhkosti při okolní teplotě a tlaku. Vezmeme nižší z těchto dvou hodnot obsahu vlhkosti a tuto hodnotu porovnáme s obsahem vlhkosti při teplotě rosného bodu vzduchu na výstupu ze sušičky. Rozdíl mezi těmito hodnotami obsahu vlhkosti se pak vynásobí průtokem vzduchu sušičkou. Výsledkem je kapalná zátěž. Na zátěž aplikujeme bezpečnostní součinitel 2:1, protože kapalinu je nutné ze sušičky ihned vypustit a kapalina má tendenci proudit do odvaděče ve formě rázových zátek.

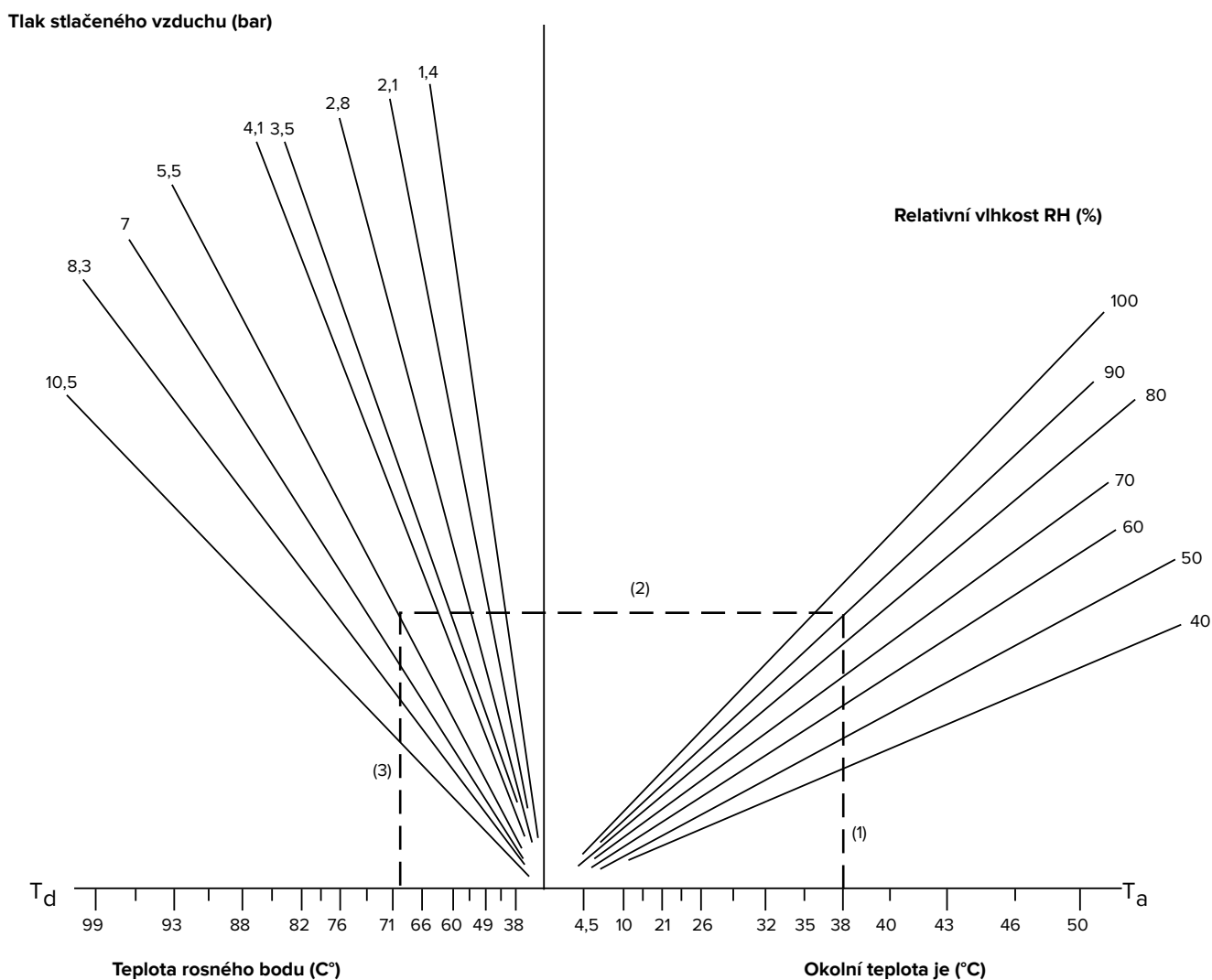
Instalace

Sušička by měla být dodána s vypouštěcím otvorem pro trubku s dostatečnou velikostí pro odvod kapaliny vypouštěné ze sušičky. Potrubí z kalníku by mělo vést 150 mm pod sušičku, dalších 150 mm je určeno pro lapač nečistot. Odtok kapaliny samospádem do odvaděče je umožněn použitím T-kusů v potrubí o stejné velikosti jako na vstupu odvaděče. Opět je třeba dodržet základní pravidla instalace odvaděčů:

- Přístupnost.
- Pod odvodňovaným místem.
- Co nejbližší kalníku.

Pokud stavební prostor neumožňuje instalaci plovákového odvaděče, zvažte použití zvonového odvaděče. Další doporučení k instalaci najdete na stranách LD-360 a LD-361.

Graf LD-333-1. Odhad rosného bodu stlačeného vzduchu



Odvádění kapalin z plynů pod tlakem

Odvaděče kapalin Armstrong jsou nabízeny v celé řadě velikostí a typů, které splňují i ty nejspecifičtější požadavky. U nejčastěji používaných modelů a velikostí se využívají tělesa, víka a některé pracovní části, které se hromadně vyrábějí pro odvaděče kondenzátu Armstrong. Osvědčené vlastnosti těchto komponentů společně s úsporami díky hromadné výrobě nám umožňují nabízet mimořádně vysokou kvalitu za atraktivní ceny. S důvěrou můžete zvolit ten nejmenší a nejlevnější model, který bude splňovat vaše požadavky.

Postup výběru pro odvod kapaliny z plynu

1. Vynásobte skutečnou maximální kapalnou zátěž (kg/h) bezpečnostním součinitelem alespoň 1,5 nebo 2. Viz část s názvem „Bezpečnostní součinitele“.
2. Z grafu LD-335-1 pro kapacitu orificu odečtete velikost orificu, která bude dávat požadovanou kapacitu studené vody při maximálním provozním tlaku. Má-li se odvádět lehká kapalina, převedte kapacitu lehké kapaliny v kg/h na kapacitu vody pomocí součinitelů v tabulce LD-334-1. Pak odečtete velikost orificu z grafu LD-335-1.
3. V tabulkách provozních tlaků podle velikosti orificu najdete odvaděč, který je schopen otvírat požadovanou velikost orificu při konkrétním tlaku (a relativní hustotě jiné než je relativní hustota studené vody – 1,0).

Poznámka: Je-li relativní hustota mezi dvěma hodnotami uvedenými v tabulkách, použijte tu nižší. Příklad: Je-li relativní hustota 0,73, použijte hodnotu 0,70.

Bezpečnostní součinitele

Bezpečnostní součinitel je poměr mezi skutečnou kontinuální kapacitou odvaděče a množstvím kapaliny, které je třeba odvést za určitou dobu. Graf LD-335-1 znázorňuje maximální kontinuální kapacitu odvaděče pro odvod studené vody. Potřebujete však kapacitu pro maximální zátěž a někdy i nižší tlaky než normálně. Pro maximální zátěž a minimální tlak, při němž se vyskytuje, obvykle postačuje bezpečnostní součinitel 1,5 nebo 2. Pokud k vypouštění zátěže do odvaděče dochází jen sporadicky, může být potřeba vyšší bezpečnostní součinitel. Podrobnosti vám sdělí zástupce společnosti Armstrong.

Příklady výběru

PŘÍKLAD č. 1: Najděte odvaděč pro odvod 500 kg vody za hodinu ze vzduchu při tlakové diferencii 33 bar.

Hodnotu 500 kg/h vynásobte bezpečnostním součinitelem 2 (pokud jste to ještě neudělali); bude tedy potřeba kontinuální odvaděč s kapacitou 1 000 kg/h. V grafu kapacit LD-335-1 protíná přímkou kapacity 1 000 kg/h přímkou tlaku 33 bar těsně pod křivkou pro velikost orificu č. 38. Tento orifice je k dispozici u modelů 1-LD nebo 11-LD odvaděče, ale pro daleko nižší tlaky. Když přejdeme k modelu 32-LD, je orifice č. 38 vhodný pro tlak 34 bar. Použijte tuto kombinaci odvaděče a orificu.

V tabulce LD-346-1 na straně LD-346 je uveden model 32-LD odvaděče s orificem č. 38, který bude fungovat při tlacích až 34 bar, a je proto vhodný pro danou aplikaci. Dále najdeme model 2313 HLS odvaděče s orificem 7/64", který je také vhodný, ale je určený zejména pro kapaliny s nízkou hustotou a je dražší než model 32-LD, takže lepší volbou bude model 32-LD.

PŘÍKLAD č. 2: Najděte odvaděč pro odvod 2 900 kg kapaliny (s uvážením bezpečnostního součinitele) s relativní hustotou 0,80 za hodinu z plynu při tlakové diferencii 28 bar.

Protože graf LD-335-1 platí pro kapacitu vody, známý požadavek na kapacitu lehké kapaliny je nutné převést na ekvivalent kapacity vody použitím součinitele uvedeného v tabulce LD-334-1: $2\,900 \times 1,12 = 3\,250$ = kapacita vody potřebná pro použití grafu LD-335-1.

Z grafu LD-335-1 vyplývá, že pro hodnoty 3 250 kg/h a 28 bar je potřeba orifice 7/32". Pro relativní hustotu 0,80 v příslušném sloupci tabulky LD-332-1 na straně LD-332 nám vyjde, že model 36-LD odvaděče z kované oceli bude otvírat orifice 7/32" při tlacích až 49 bar. Tento odvaděč bude ve skutečnosti otvírat orifice 1/4" při tlaku 35 bar a bude tedy nevhodnější.

Poznámka: Přestože jsou odvaděče dimenzovány podle tlakové difference, pro manometrické tlaky v odvaděči nad 17 bar je vždy nutné použít ocel.

Kdy je nepoužívat

Pokud se v potrubí vyskytuje těžký olej, kal nebo velké množství nečistot, nedoporučuje se použití odvaděčů plovákového typu. Nečistoty mohou zabránit těsnému dosedání ventilu a studený olej může znemožnit otevření plovákového ventilu. V případě takových podmínek je vhodné použít zvonový odvaděč BVSU Armstrong.

Jak objednávat odvaděče

Uveďte:

- Velikost odvaděče
- Velikost orificu
- Potrubní připojení – velikost a typ
- Maximální provozní tlak

Pokud nelze určit správnou velikost odvaděče, sdělte nám požadovanou kapacitu, maximální tlak a RELATIVNÍ HUSTOTU kapaliny.

Tabulka LD-334-1. Převodní součinitele ke zjištění kapacity ekvivalentů studené vody pro lehké kapaliny

Relativní hustota	Kapacitu lehké kapaliny v kilogramech za hodinu vynásobte hodnotou:
0,95	1,03
0,90	1,06
0,85	1,09
0,80	1,12
0,75	1,16
0,70	1,20
0,65	1,24
0,60	1,29
0,55	1,35
0,50	1,42

Jak vybírat a dimenzovat odvaděče Armstrong

Odvod vody z lehké kapaliny

Odvaděče Armstrong pro dvojí měrnou hmotnost pro odvod vody z lehké kapaliny jsou popsány na stranách LD-356 a LD-357. Všechny uvedené modely jsou identické s odpovídajícími modely odvaděčů použitými k odvádění kapaliny z plynu až na to, že hmotnosti plováků jsou upravené tak, aby byly vhodné pro odvod vody z lehké kapaliny.

Pro výběr odvaděče pro dvojí měrnou hmotnost* musíte znát maximální zátěž těžké kapaliny, maximální provozní tlak a měrnou hmotnost lehké kapaliny. Pomocí těchto údajů můžete určit velikost požadovaného orificu z grafu LD-335-1 a v tabulkách s tlaky kapalin s dvojí měrnou hmotností najít konkrétní odvaděč, který bude splňovat vaše požadavky.

Postup výběru pro odvod vody z lehké kapaliny

1. Předpokládejme požadovaný bezpečnostní součinitel 2:1. Maximální zatížení v kg/h vynásobte 2. Viz část s názvem „Bezpečnostní součinitele“.
2. V grafu LD-335-1 kapacit najdete průsečík skutečného zatížení krát bezpečnostní koeficient a minimální provozní tlakové diference. Jedte po přímce tlaku těsně nad tímto bodem k průsečíku s křivkou nejbližší vyšší kapacity orificu. Pak jedte po této křivce dolů a doleva a zjistíte velikost orificu.

3. V tabulkách na stranách LD-356 a LD-357 najdete nejmenší odvaděč, který dokáže otevřít orifice stanovené velikosti při maximální provozní tlakové diference. Nevolte větší velikost odvaděče pro dvojí měrnou hmotnost, než je nutné. Zbytečně velké odvaděče způsobují příliš velké výkyvy rozhraní mezi těmito dvěma kapalinami.

Poznámka: Přestože jsou odvaděče dimenzovány podle provozní tlakové diference, pro manometrické tlaky v odvaděči nad 17 bar je nutné použít ocel.

Jak objednávat odvaděče pro dvojí měrnou hmotnost

Uveďte:

- Velikost odvaděče
- Velikost orificu
- Potrubní připojení – velikost a typ
- Relativní hustota lehké kapaliny
- Hmotnost vypouštěné vody za hodinu
- Maximální provozní tlak

Pokud si nejste jistí, kterou velikost odvaděče použít, pak uveďte:

- Relativní hustota lehké kapaliny
- Kapacita v k vody za hodinu s uvažováním bezpečnostního součinitele
- Pracovní tlak – maximální a minimální

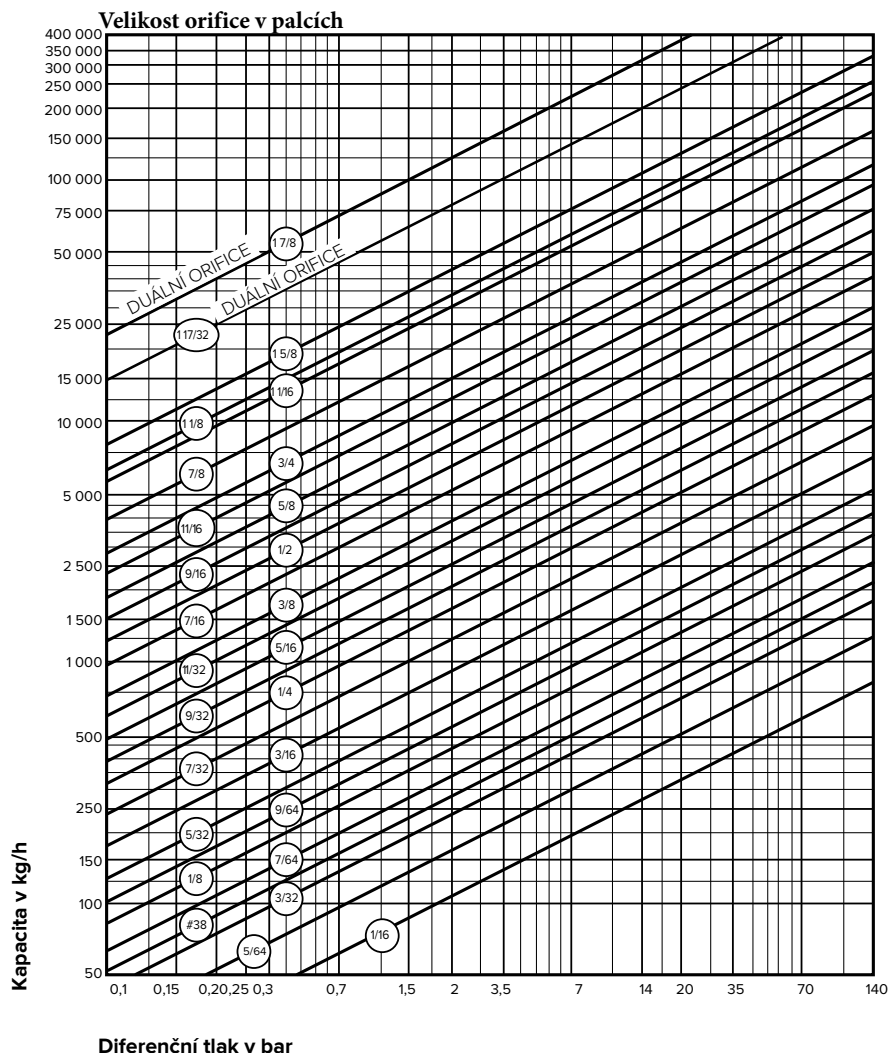
Graf LD-335-1.

Vypočtená kapacita studené vody pro orifice

odvaděčů Armstrong při různých tlacích

Skutečná kapacita rovněž závisí na konfiguraci odvaděče, na potrubí a průtoku do odvaděče. Je důležité vzít v úvahu bezpečnostní součinitele a kolísání hustoty kapalin vlivem teploty.

* Plováky pro odvaděče pro dvojí měrnou hmotnost se dovažují kalicím olejem, který se v nepravděpodobném případě závady plováku může rozptýlit do celého systému. Pokud toto hrozí, poraďte se s technickým oddělením společnosti Armstrong.





Poznámky

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

Partner pro průmyslové armatury, těsnění a parní rozvody.



KLINGER Fluid Control

Kulové kohouty s unikátní konstrukcí pružných těsnicích elementů - vysoká těsnost, životnost a odolnost. Pístový ventil KVN (patent z roku 1922) nabízí jedinečnou kombinaci spolehlivosti, životnosti a uživatelského komfortu.



KLINGER Dichtungstechnik

Výrobce, který vynalezl KLINGERIT a určil tak směr vývoje těsnicích desek. Nějvětší světový výrobce vláknitopryžových a PTFE plněných těsnicích desek a lídr jejich vývoje.



W. L. GORE

Vynálezce expandovaného 100% čistého PTFE a jeho použití jako těsnicího materiálu. Vedoucí výrobce jedno i vícesměrně expandovaných PTFE těsnicích materiálů.



PARTNER PRO PRŮMYSLOVÉ ARMATURY, TĚSNĚNÍ A PARNÍ ROZVODY VČETNĚ PROJEKŮ A REALIZACÍ

RUML s.r.o. • RUML Emes s.r.o. • RUML Service s.r.o.
Česká republika • Slovenská republika
ruml-group.cz



INTELIGENTNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ PÁRA, VZDUCH A HORKÁ VODA

Armstrong International
Severní Amerika • Jižní Amerika • Indie • Evropa / Střední východ / Afrika • Čína • Oceánie
armstronginternational.eu