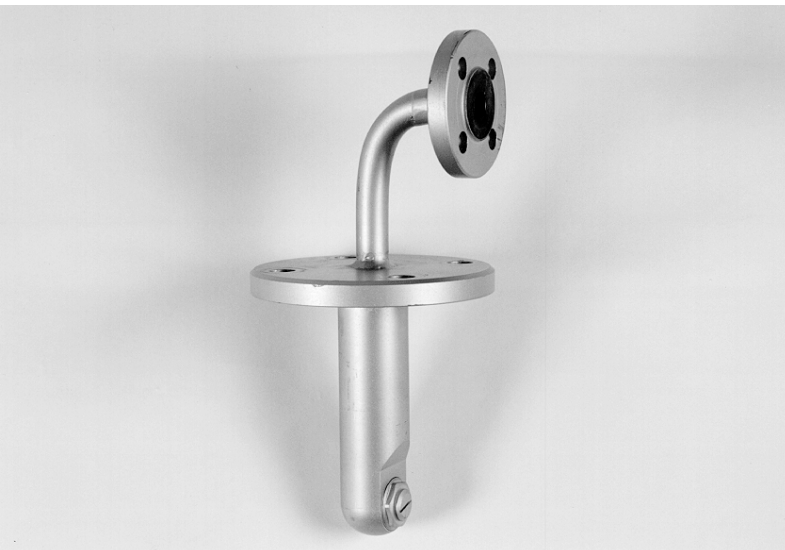




02 - 12.0
01.20.CZ

PŘEHLED CHLAZENÍ PÁRY



Chlazení páry

V energetických procesech se pára využívá jako nosič mechanické práce (turbíny) nebo jako teponosná látka (výměníky). Každý z těchto procesů vyžaduje pro dosažení vyšší účinnosti páru o specifických parametrech. Zatímco pro točivé stroje je zapotřebí pára s vysokým stupněm přehřátí, pro výměníky tepla je zapotřebí pára blížící se bodu nasycení. K této přeměně přehřáté páry na páru požadovaných parametrů je zapotřebí páru chladit pomocí vstřikování vody. Tento zdánlivě jednoduchý proces je poměrně složitý, jelikož vede k dočasnému dvoufázovému proudění a vyžaduje specifický přístup dle konkrétních parametrů.

System chlazení

V současné době se používá dvou základních systémů rozprašování vstřikované vody. Jedná se o mechanické rozprašování nebo rozprašování pomocí kinetické energie páry.

Mechanické rozprašování můžeme dále dělit na trysky s proměnnou plochou nebo trysky s fixní geometrií. Při použití kinetické energie páry se většinou jedná o Lavalovu trysku, u které je použita k rozprášení externě přivedená atomizační pára, nebo se využívá kinetické energie chlazené páry, která je urychlena ve zúženém hrdle chladiče.

Každý z těchto systémů má své opodstatnění v závislosti na požadovaných parametrech chlazení.

Vliv jednotlivých parametrů na účinnost chlazení

Rychlost páry: při vyšších rychlostech páry je dosaženo lepší atomizace (rozpadu) vstřikované vody, čímž se navýší teplosměnná plocha mezi parou a vodou. Přenos tepla je rovněž pozitivně ovlivněn větším gradientem rychlostí a lepším rozvířením vody. Nevýhodou vyšších rychlostí jsou nároky na delší rovný úsek parního potrubí a větší vzdálenost čidla teploty za místem vstřikování.

Teplota vstřikované vody: voda o vyšší teplotě má nižší povrchové napětí čímž dochází ke snazšímu rozpadu vody, zároveň je i zkrácen čas ohřevu vody na teplotu sytosti. Teplota vstřikované vody musí být ovšem minimálně o 5°C nižší jak teplota sytosti z důvodu snížení rizika flashingu ve vstřikovém ventilu nebo trysce.

Teplota páry po chlazení: výhodou vyšší teploty páry po zchlazení je vyšší rozdíl mezi požadovanou teplotou páry a teplotou varu vstřikované vody.

Tlakový spád na trysce: při vyšším tlakovém spádu dochází k jemnějšímu rozprášení vody a tím nárůstu teplosměnné plochy. Nevýhodou je větší riziko poškození trysky.

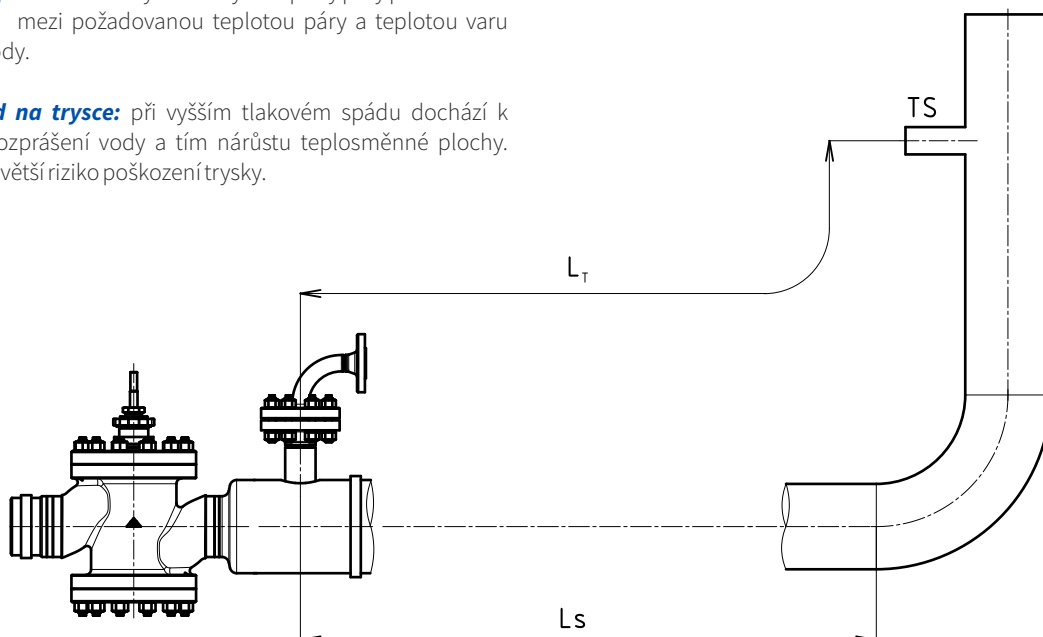
Rozměr parovodu: při menších dimenzích parovodu hrozí riziko dopadu kapiček vstřikované vody na stěnu parovodu a tím snížení účinnosti chlazení. Dopadající kapičky vody také negativně ovlivňují životnost parovodu, proto je doporučeno použít v místě vstřiku silnostěnný parovod případně vnitřní ochranou trubku (košilkou).

Měření teploty

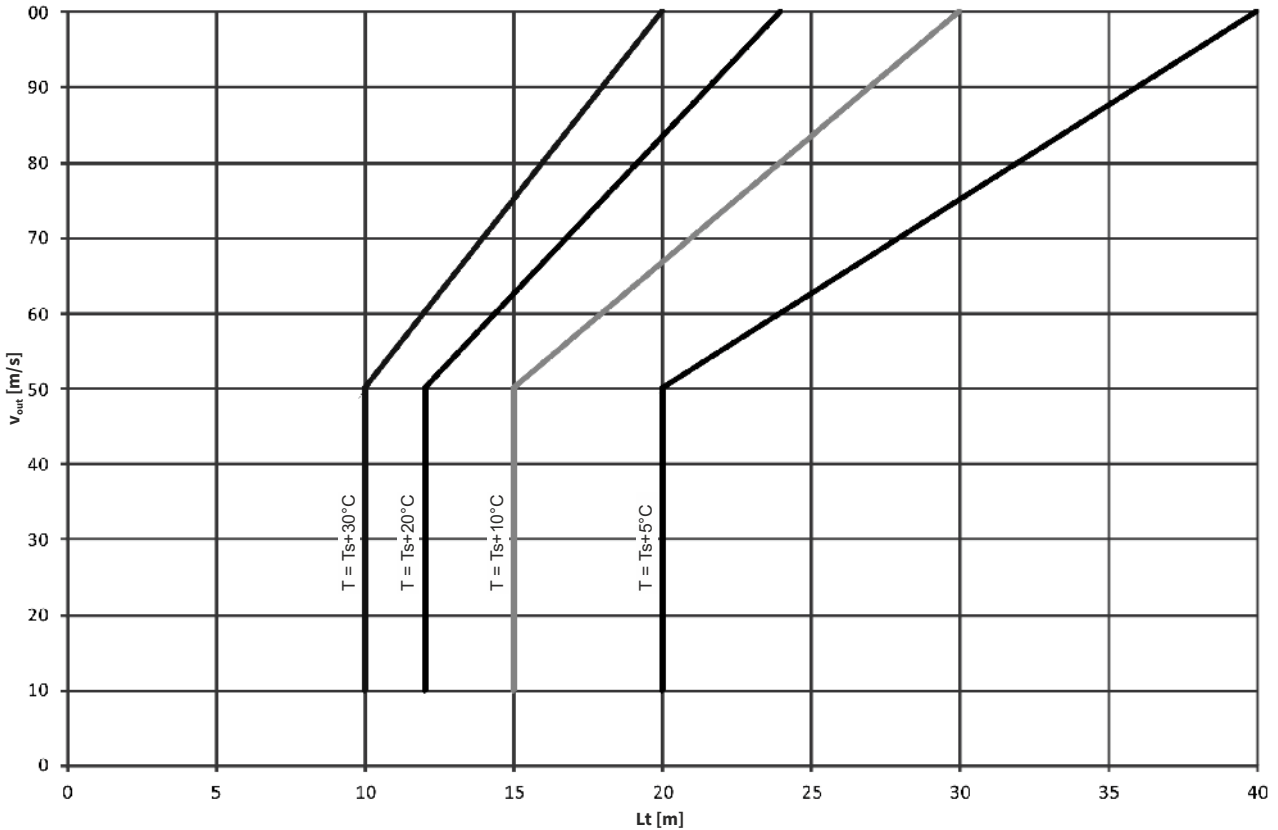
V závislosti na výše uvedeném musí být vhodně navrženo výstupní potrubí a umístění čidla měření teploty. Je doporučeno čidlo teploty umístit až za ohyb parovodu v minimální vzdálenosti 10 m od místa vstřikování, konkrétní vzdálenost musí být navržena s ohledem na veškeré parametry chlazení. Při teplotě výstupní páry vyšší než 30°C nad teplotou sytosti lze použít zjednodušený výpočet pouze na základě rychlosti výstupní páry.

$$L_T = v_{OUT} \times t \quad L_S = \frac{L_T}{2}$$

L_T [m]	požadovaná minimální vzdálenost čidla teploty od místa vstřikování
L_S [m]	požadovaná minimální délka přímého úseku za místem vstřikování
v_{OUT} [m/s]	rychlost výstupní páry
t [s]	čas odpaření (při $T \geq T_s + 30^\circ\text{C}$ je $t = 0,2$ s)
T [°C]	výstupní teplota páry
T_s [°C]	teplota sytosti



Graf vzdálenosti čidla teploty od místa vstřiku při teplotách blížících se k teplotě sytosti



Chlazení blízke teplotě sytosti je velice problematické, jelikož zde téměř vždy vzniká dvoufázové proudění páry a vody tudíž většina vstřikované vody zůstává neodpařená. Částičky neodpařené vody pak negativně ovlivňují přesnost měření dopadem na čidlo teploty což může mít za následek zaplavení nebo naopak přehřívání parovodu. V případě chlazení na teplotu blízkou teplotě sytosti je

nutné řídit vstřikované množství na základě bilančního výpočtu s dostatečně velkým přestřikem dosahujícím 30%. Toto řešení se většinou uplatňuje u By-pass stanic, kde je výstup zaústěn do kondenzátoru u kterého neodpařená část vody nemá negativní vliv na funkci kondenzátoru.

Zařízení pro chlazení páry vyráběné firmou LDM spol. s r.o.

Typ	Vstřikované množství		Rozměr parovodu		Minimální požadovaná rychlost páry [m/s]	Tlakový spád trysky	
	Min [kg/h]	Max [kg/h]	Min	Max		Min [bar]	Max [bar]
VH	500 *)	9500 *)	DN150	-	8	2	15
VHF	5 *)	1680 *)	DN80	-	8	1	70
VHP	0	5500	DN150	-	3	0	15
CHPR	500 *)	9500 *)	DN200	DN600	6	2	15
CHPF	5 *)	1680 *)	DN40	DN200	8	1	70
CHPE	0	dle DN	DN40	DN200	10	0	15

*) množství / tryska

VH

Vstříkovací hlava je osazena jednou až třemi tryskami s variabilní plochou pracujícími na mechanickém způsobu rozprašování. Při vstříkování dochází ke změně průtočné plochy v závislosti na vstříkovaném množství. Použité konstrukční řešení vede k nárůstu výkonového rozsahu při zachování potřebné kvality rozprašení vstříkové vody i při minimálních výkonech.

VH parametry

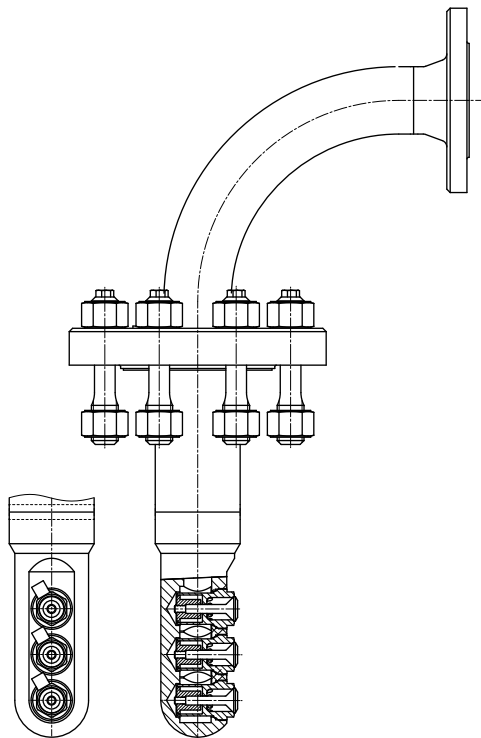
1 až 3 trysky

Q_{vody}: 0,5 – 9,5 t/h /tryska

min. rozměr parovodu: DN 150

min. funkční rychlost v parovodu: 8 m/s

tlakový spád na trysce: 2 až 15 bar



VHF

Vstříkovací hlava je osazena jednou až třemi tryskami s fixní plochou pracujícími na mechanickém způsobu rozprašování. K vstříkování vody se používá dvou typů trysek s fixní geometrií. Typ H slouží pro vstříkování většího množství vody, kdy je vytvořen plný kužel z větších kapiček vstříkované vody. Typ M využívá vysokého tlakového spádu v trysce pro velmi jemné rozprašení vstříkované vody. Vzhledem k použité technologii vstříkování se nedoporučuje používat pro regulační poměry větší jak 1:4.

VHF parametry

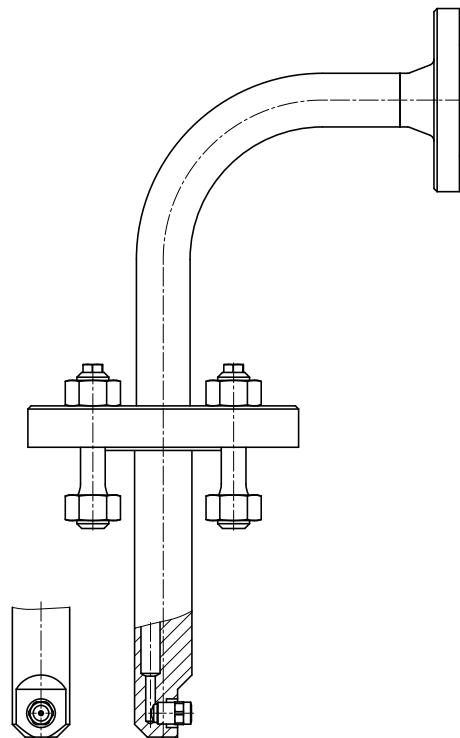
1 až 3 trysky

Q_{vody}: 5 – 1680 kg/h /tryska

min. rozměr parovodu: DN 80

min. funkční rychlost v parovodu: 8 m/s

tlakový spád na trysce: 1 až 70 bar



VHP

Vstříkovací hlava parní je zařízení využívající k rozprášení vstříkové vody kinetickou energii páry. Proud páry je urychlen v Lavalově dýze, za jejímž hrdlem je vstříkována chladící voda. Toto uspořádání je vhodné pro aplikace s požadavkem na malé množství chladící vody, omezené pouze regulačním rozsahem předřazeného vstříkového ventilu. Podmínkou aplikace VHP je vhodný zdroj atomizační páry.

VHP parametry

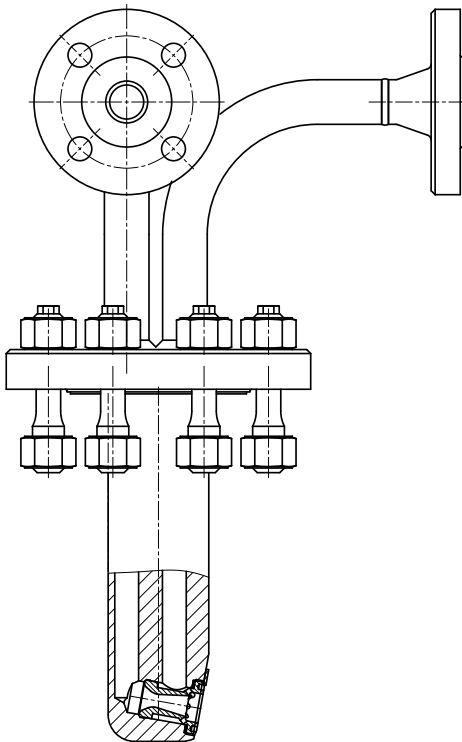
1 tryska

Q_{vody}: 0 – 5,5 t/h /tryska

min. rozměr parovodu: DN 150

min. funkční rychlost v parovodu: 3 m/s

tlakový spád na trysce: 0 až 15 bar



CHPR

Radiální chladič využívá k rozprášení vstříkové vody trysek shodné konstrukce jako VH. Chladící voda je vstříkována kolmo na osu parního potrubí což vede k sekundárnímu rozprášení způsobenému větším gradientem rychlostí mezi párou a vstříkovanou vodou. CHPR se především využívá jako součást Bypass stanic ve spojení s RS702 a RS902, nebo může být dodána i jako samostatný chladič.

CHPR parametry:

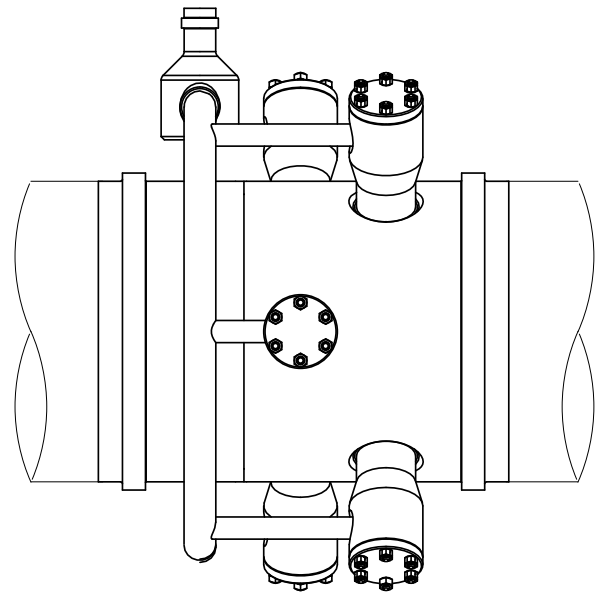
2 až 6 trysek

Q_{vody}: 0,5 – 9,5 t/h /tryska

min. rozměr parovodu: DN 200

min. funkční rychlost v parovodu: 6 m/s

tlakový spád na trysce: 2 až 15 bar



CHPE

Ejektorový chladič páry pracuje na stejném principu jako VHP s tím rozdílem, že není zapotřebí zdroj atomizační páry. Vstříkovaná voda je rozprášena pomocí kinetické energie chlazené páry urychlené v zúženém hrdle CHPE. Pro zvýšení účinnosti chlazení je na výstupu umístěna clona, na které dochází k sekundárnímu rozprášení kapiček vstříkové vody. Nevýhodou tohoto chladiče je poměrně velká tlaková ztráta chlazené páry při vyšších rychlostech páry.

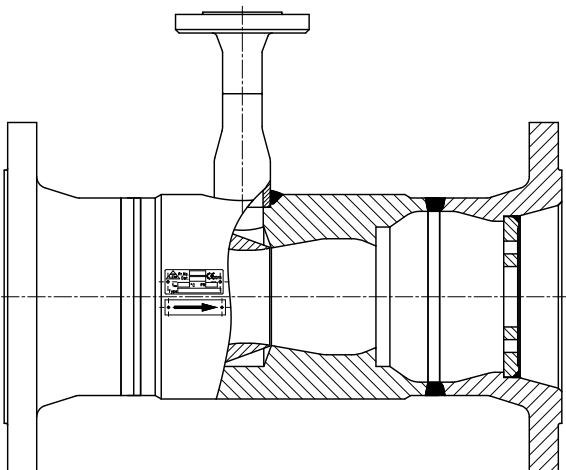
CHPE parametry

Q_{vody}: 0 – max. dle DN

min. rozměr parovodu: DN 40 - 200

min. funkční rychlost v parovodu: 10 m/s

tlakový spád na trysce: 0 až 15 bar



CHPF

Chladič páry, který je osazen tryskou s fixní plochou pracující na mechanickém způsobu rozprašování. K vstříkování vody se používá dvou typů trysek. Typ H slouží pro vstříkování většího množství vody, kdy je vytvořen plný kužel z větších kapiček vstříkovaného média. Typ M využívá vysokého tlakového spádu v trysce pro velmi jemné rozprášení vstříkované vody. CHPF může být osazena jednou nebo i více tryskami dle DN chladiče a požadovaného výkonu. Vzhledem k použité technologii vstříkování se nedoporučuje používat pro regulační poměr větší jak 1:4.

CHPF parametry

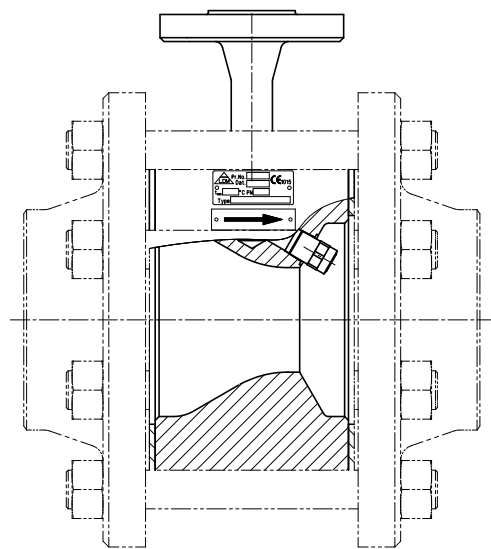
1 až N trysek

Q_{vody}: 5 – 1680 kg/h / tryska

min. rozměr parovodu: DN 40 - 200

min. funkční rychlost v parovodu: 8 m/s

tlakový spád na trysce: 1 až 70 bar





LDM, spol. s r.o.
Litomyšlská 1378
560 02 Česká Třebová
Česká Republika

tel.: +420 465 502 511
fax: +420 465 533 101
e-mail: sale@ldm.cz

LDM, spol. s r.o.
Kancelář Praha
Podolská 50
147 01 Praha 4
Česká Republika

tel.: +420 241 087 360
fax: +420 241 087 192
e-mail: sale@ldm.cz

LDM, spol. s r.o.
Kancelář Ústí nad Labem
Ladova 2548/38
400 11 Ústí nad Labem
- Severní Terasa
Česká Republika

tel.: +420 602 708 257
e-mail: tomas.kriz@ldm.cz

LDM servis, spol. s r.o.
Litomyšlská 1378
560 02 Česká Třebová
Česká Republika

tel.: +420 465 502 411-3
fax: +420 465 531 010
e-mail: servis@ldm.cz

LDM Bratislava s.r.o.
Mierová 151
821 05 Bratislava
Slovensko

tel.: +421 2 43415027-8
fax: +421 2 43415029
e-mail: ldm@ldm.sk

LDM, Polska Sp. z o.o.
ul. Bednorza 1
40 384 Katowice
Polsko

tel.: +48 32 730 56 33
fax: +48 32 730 52 33
mobile: +48 601 354 999
e-mail: ldmpolska@ldm.cz

LDM Armaturen GmbH
Wupperweg 21
D-51789 Lindlar
Německo

tel.: +49 2266 440333
fax: +49 2266 440372
mobile: +49 177 2960469
e-mail: ldmmarmaturen@ldmvalves.com

OOO "LDM Promarmatura"
Jubilejnyj prospekt,
dom.6a, of. 601
141400 Khimki Moscow Region
Rusko

tel.: +7 4957772238
fax: +7 4956662212
mobile: +7 9032254333
e-mail: inforus@ldmvalves.com

TOO "LDM"
Shakirova 33/1
kab. 103
100012 Karaganda
Kazachstán

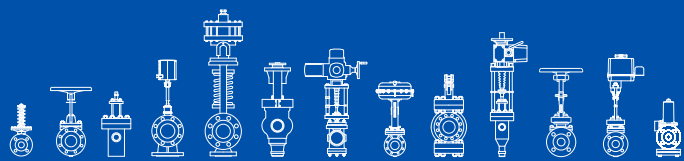
tel.: +7 7212 566 936
fax: +7 7212 566 936
mobile: +7 701 738 36 79
e-mail: sale@ldm.kz

LDM - Bulgaria - OOD
z. k. Mladost 1
bl. 42, floor 12, app. 57
1784 Sofia
Bulharsko

tel.: +359 2 9746311
fax: +359 2 9746311
mobile: +359 888 925 766
e-mail: ldm.bg@ldmvalves.com

www.ldmvalves.com

LDM, spol. s r.o. si vyhrazuje právo změnit své výrobky a specifikace bez předchozího upozornění



POWER THROUGH IDEAS