

Pieter Mensink, René Waggeveld

Mechanische dampreco



Ing. P. Mensink (mensink@DWA.nl) is projectleider bij DWA installatie- en energieadvies, Duitslandweg 4, 2411 NT Bodegraven, (088) 1635382



Ir. B.J. Waggeveld PDEng (waggeveld@DWA.nl) is energieadviseur bij DWA installatie- en energieadvies, Duitslandweg 4, 2411 NT Bodegraven, (088) 1635537

Mechanische DampRecompressie (MDR) is zeker geen nieuwe techniek. Wie naar de toepassingen in de industrie kijkt, krijgt echter de indruk van wel. Wat is MDR? Welke randvoorwaarden zijn er aan te wijzen voor een succesvolle toepassing? En zijn er praktijkvoorbeelden?

Wie bekend is met energie-efficiency weet dat succes zelden te danken zijn aan grote innovaties of nieuwe technieken. In veel gevallen bestaat innovatie juist uit een nieuwe, creatieve toepassing van een bestaande techniek. Ook MDR is zo'n toepassing, hoewel zeker niet nieuw te noemen. MDR is een procestechnisch concept dat tijdens de oliecrisis in de jaren 70 hernieuwde belangstelling kreeg. Tot een echte doorbraak is het echter nooit gekomen, terwijl de techniek wel die potentie heeft.

Principe

MDR is een open warmtepompsysteem waarbij de Carnot-cyclus wordt geïntegreerd in het productieproces. In een MDR-systeem is de te comprimeren damp afkomstig uit het proces. Vaak is dit waterdamp of een koolwaterstof, maar ook andere stoffen zijn mogelijk. Door de compressiestap stijgt de druk en daarmee ook de temperatuur en de bijbehorende verzadigingstemperatuur van de damp. Hiermee wordt condensatie op een hoger temperatuurniveau, en daarmee het benutten van latente warmte, mogelijk gemaakt. Dit vraagt een fractie additioneel vermogen (compressorenergie) in relatie tot de hoeveelheid latente warmte die aanwezig is in de gerecyclede damp. Het systeem fungeert zo als een warmtetransformator die de kwaliteit van de warmte opwaardeert. De installatie bestaat uit een compressor of rootsblower die in de dampstroom wordt geplaatst. Bij goede toepassing van MDR snijdt het mes dus aan twee kanten: de procesdamp kan zonder externe koeling gecondenseerd worden en de vrijkomende warmte wordt in het proces ingezet.

Energetische prestaties van MDR

Voor het bepalen van de prestaties van MDR wordt gebruikgemaakt van de begrippen COP en PER. COP (Coëfficiënt of Performance) geeft de verhouding weer tussen de toegevoerde compressie-energie en de netto teruggewonnen warmte. Bij de Primary Energy Ratio (PER) is deze verhouding van warmtebenutting en energietoevoer betrokken op primaire energie: de PER van een elektrisch aangedreven MDR is daarom gelijk aan de COP vermenigvuldigd met het opwekkingsrendement van elektriciteit. Energetisch aantrekkelijke

toepassingen hebben een COP van 3,5 of hoger. Praktijktoepassingen van MDR laten zien dat COP's van 15 en zelfs meer haalbaar zijn. Dit komt overeen met een PER van circa 6,6.

Marktanalyse

Bij een vergelijking tussen de industrie en de utiliteitssector is een opmerkelijk verschijnsel te zien: met name gesloten warmtepompsystemen met een COP van 3,5 tot 5 worden in de utiliteitssector al breed toegepast. Toepassingsvoorbeelden zijn gebouwverwarming, spoelwaterverwarming en hier en daar zelfs procesverwarming. Dit terwijl er in deze sector vaak sprake is van weinig bedrijfsuren (3.000 tot 4.000 h/a) en een weersafhankelijke vraag (deellastbedrijf). MDR daarentegen kent praktijkvoorbeelden waarbij COP's van 18 of hoger gehaald worden. Daarbij is er in de procesindustrie bijna altijd sprake van volcontinu bedrijf (>8.000 h/a) en minder deellastbedrijf. Toch wordt MDR nauwelijks toegepast in de procesindustrie.

Een goed onderbouwde en sluitende verklaring is hiervoor niet te geven. Natuurlijk heeft de procesindustrie heel andere eisen ten aanzien van rentabiliteit of pay-off. Gezien toepassingen met terugverdientijden van een tot drie jaar kan dit niet de enige reden zijn. Andere mogelijke oorzaken zijn: extra rotating equipment in het primaire proces, bedrijfszekerheid en beperking van het aantal vrijheidsgraden (flexibiliteit). Met een goed doordacht ontwerp, waarin aandacht is voor redundantie, onderhoudbaarheid en flexibiliteit, zijn deze punten grotendeels te ondervangen (bijvoorbeeld door back-up voorzieningen).

Randvoorwaarden

Voor een goede en rendabele toepassing van MDR gelden de volgende randvoorwaarden:

- Het medium betreft een dampstroom waarvan de latente warmte benut kan worden.
- Warmtebron en warmtevraag liggen fysiek dicht bij elkaar.
- Bedrijfsprofiel van de (rest)warmtebron en warmtevraag lopen synchroon.
- Bij voorkeur kleine drukverhoudingen, hoe groter de drukverhouding, hoe lager de efficiency.

mpressie, het overwegen waard?

Toepassingsgebied

MDR is vooral goed toepasbaar bij thermische scheidingsprocessen zoals drogen, indampen en destilleren, omdat hier altijd ongewenste latente warmte aanwezig is (koelenergie). Praktische voorbeelden hiervan zijn:

- Slibdroging
- Chemie: indampen, destillatie (bijv. propaan/propeen-scheiding, zie kader 1)
- Voedingsmiddelenindustrie (indampers, zie kader 2)
- Afvalwaterbehandeling (waterterugwinning)
- Suikerindustrie (indampers)
- Papierindustrie (waterterugwinning)
- Textielindustrie (waterterugwinning)
- Stoomrecovery (benutten van flashstoom of lagedrukstoom, zie kader 3)

Conclusie

Mechanische damprecompressie: gezien de technische randvoorwaarden, de weinige maar aanwezige praktijkvoorbeelden en vooral het besparingspotentieel, het (her)overwegen meer dan waard:

- Er zijn wel degelijk praktijkvoorbeelden die aangeven dat goede en betrouwbare toepassingen mogelijk zijn.
- MDR maakt gebruik van bekende en breed toegepaste technieken.
- Door in het ontwerp rekening te houden met onderhoudbaarheid, bedrijfszekerheid en flexibiliteit, kan een betrouwbare en bedrijfszekere toepassing bereikt worden.
- Vooral bij capaciteitsuitbreiding in combinatie met beperkte beschikbaarheid van utilities, kan MDR een oplossing bieden. ●

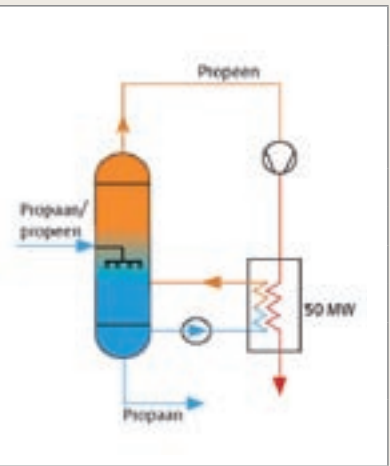
Toepassing: scheiding van propaan en propaan

Equipment: PP-splitter
Destillatie onder verhoogde druk
Jaar inbedrijfstelling: 1995
Bewezen betrouwbaarheid (na 5 jaar bedrijf)

Kookpunt propaan (bij 1atm)	-42	°C
Kookpunt propaan (bij 1atm)	-48	°C
Energiegebruik MDR	6,3	MW
Netto besparing stoom (reboiler)	65	ton/h
COP (excl. koelwaterbesp.)	7,9	
Netto besparing koelwater	44	MW

Dit komt grofweg overeen met een energiekostenbesparing van € 9,4 mln. per jaar (bij 8.000 h/a).

Bron: SenterNovem publicatie: ee24 - Warmtepompen_tcm24-272966 (www.senternovem.nl)



Kader 1

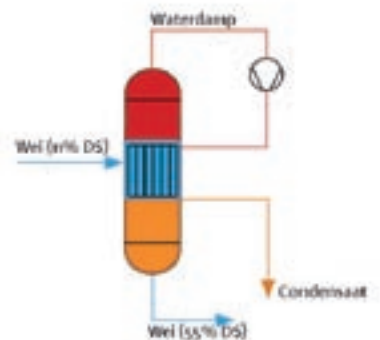
Toepassing: Indampen van wei

tweetraps indamping
Equipment: vallende-filmverdamer (vacuüm)
Jaar inbedrijfstelling: 1986

Verdampingstemperatuur (vacuüm)	60	°C
Indampcapaciteit	3,5	ton/h
Energiegebruik MDR	112	kW
COP	14	
Netto stoombesparing	3,5	ton/h

Dit komt grofweg overeen met een energiekostenbesparing van € 320,000 per jaar (bij 8.000 h/a).

Bron: Caddet rapport 'industrial heatpumps' report no. AR 23

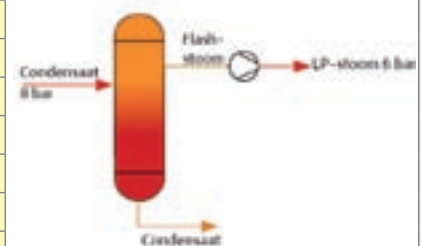


Kader 2

Rekenvoorbeeld flash-stoom

MP condensaat flashen naar LP stoom
LP stoom comprimeren tot bruikbaar niveau

Condensaat flow (8 bar)	25	ton/h
Flash druk	2,5	bar
Flow LP flashstoom	1,6	ton/h
Compressorenergie	129	kWe
Nuttige stoomproductie	1,6	ton/h
COP	10,3	
Energiekostenbesparing bij 8.000 h/a	226.500	€/a



Kader 3