

Rendabeler compressoren en drogers en slimme monitoringsystemen

Efficiency van persluchtinstallaties kan fors omhoog

Bij conventionele persluchtcompressoren gaat doorgaans 85 tot 95% van de opgenomen energie verloren als warmte. Als er in het systeem erachter dan ook nog eens sprake is van lekkages, weerstand verhogende filters en drogers die met perslucht geregenereerd moeten worden, dan komt het totale energetische rendement van de installatie amper boven de 5% uit. Maar dat kan tegenwoordig een stuk beter. Want allereerst springen nieuwe compressor- en drogergeneraties veel efficiënter om met de opgenomen energie. Vervolgens kunnen met energie terugwintechieken, gerichte meetmethoden en monitoring verdere stappen worden gezet om uiteindelijk besparingen op het totale energiegebruik te realiseren van 10 tot zelfs 50%.

Frank Senteur

Vraag productiebedrijven wat de opwekking en distributie van perslucht hen precies kost en u zult verbaast staan naar het meest gegeven antwoord: "We hebben geen idee. Als het maar werkt." Vreemd uiteraard, want perslucht is een peperdure energiedrager die maar liefst 10% van het totale industriële elektriciteitsverbruik voor haar rekening neemt. Bij dit soort cijfers zou je verwachten dat men de kosten van persluchtinstallaties nauwgezet in de gaten houdt en er alles aan doet om het rendement te verhogen. Maar niets is minder waar en dat is des te opmerkelijker omdat, los van de kosten, ook de maatschappelijke druk om het

energiegebruik en de CO₂ uitstoot van fabrieken terug te dringen toeneemt. Dit wordt zelfs in toenemende mate via nieuwe (inter)nationale wetgeving afgedwongen. Persluchtbesparing past goed in dit kader en is in veel gevallen zelfs heel makkelijk en tegen relatief lage kosten te realiseren. Zoals het vervangen van lekkende slangen en koppelingen en/of drukverlaging. Maar ook investeringen in nieuwe, rendabeler compressoren met energiezuiniger aandrijvingen en geïntegreerde warmteterugwinsystemen, worden doorgaans binnen enkele jaren volledig terugverdiend. Hoog tijd dus dat bedrijven hun persluchtvoorziening kritisch onder de loep nemen en gaan starten met besparen. Want dat kan in bijna alle gevallen en levert al snel vele (tien)duizenden euro's per jaar aan kostenreductie op.

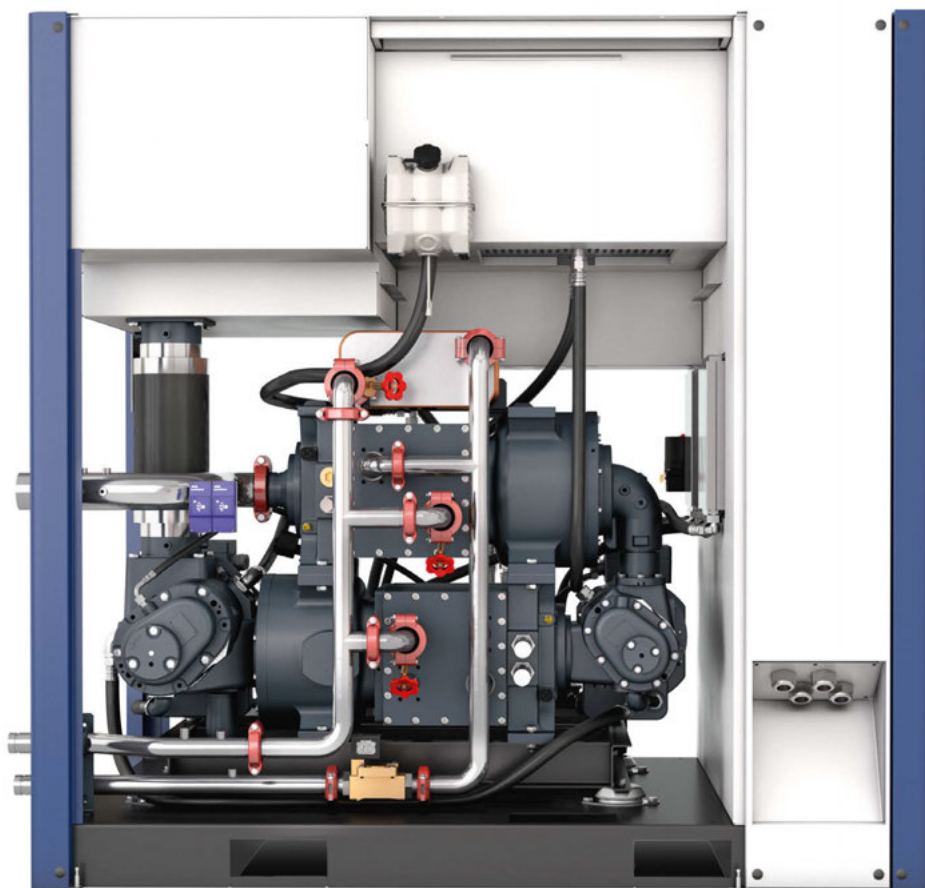


De in de nieuwe Kaeser ASD compressoren gebruikte Sinamics laagspanningsconverters en Simotics synchrone reluctantiemotoren zijn voor deze toepassing in nauwe samenwerking ontwikkeld door Siemens. Mede dankzij de nieuwe aandrijving, de schroefblokken met Sigma-profiel, maar ook door het geïntegreerde warmteterugwinsysteem voldoen Kaeser's ASD compressoren ruimschoots aan de IES2 systeem efficiencyklasse.

Stationair of toerengeregeld?

Omdat de capaciteit van persluchtinstallaties in de regel wordt afgestemd op de piekvraag, betekent dit dat veel installaties overbemeten zijn. Ook wordt vaak een te hoge systeemdruk ingesteld om er zeker van te zijn dat tot achterin de fabriek alles goed blijft functioneren. Vanuit energetisch oogpunt bezien is dat niet ideaal, want elke bar boven de nominale druk betekent 7% hogere energiekosten. De uitdaging om het 'ideale systeem' met de laagste Total Cost of Ownership (TCO) te realiseren begint bij de inrichting van de compressorruimte. In de meeste gevallen zal gekozen worden voor schroefcompressoren, waarbij de vraag is: hoeveel, hoe groot en wel of niet toerengeregeld? Voordat men hiermee de slag gaat is het slim om, als sprake is van vervanging, eerst een airaudit of aiscan uit te voeren.

De stationaire compressoren zorgen dan voor de basis persluchtbehoefte, terwijl de toerengeregelde compressor de fluctuaties in de persluchtbehoefte boven de nominale vraag opvangt...



De Ultima's van Geveke zijn een goed voorbeeld van een nieuwe generatie olievrije schroefcompressoren voor vermogens van 75 tot 160 kW. Alle compressoren hebben dezelfde hardware (schroefblokken, koelers en motoren), waardoor de compressor kan meegroeien met toenemende persluchtbehoefte. De direct gekoppelde schroefblokken worden elk door hun eigen gelijkstroommotor aangedreven (dus geen mechanische tandwielkasten), waarbij het toerental van beide schroefblokken wordt geoptimaliseerd op basis van toerental/drukverhouding. Maar liefst 98% van de gegenereerde warmte wordt afgevoerd via het koelwater, waardoor een optimale warmteterugwinning mogelijk is.

Hierbij wordt door middel van gerichte metingen over meerdere dagen het actuele persluchtgebruik van de productie nauwkeurig vastgelegd. Dit levert een goed beeld op van de benodigde capaciteit en de fluctuaties van de vraag in de tijd, waarop ver-

volgens de ideale compressoropstelling kan worden gebaseerd. Daarbij is er de keuze uit stationaire compressoren die nullast/vollast worden geschakeld, zeg maar aan/uit en toerengeregelde compressoren, waarbij de output wordt afgestemd op de actuele vraag. Belangrijk daarbij is de wetenschap dat voor compressoren vollastbedrijf de meest ideale situatie is, omdat de opgenomen energie in dat geval het meest effectief wordt omgezet in perslucht. Bij gebruik van stationaire compressoren betekent dit echter wel dat de persluchtvaart nagenoeg constant moet zijn, anders worden de compressoren te vaak aan- en uitgeschakeld. In veel situaties is van een constante vraag echter geen sprake. Teneinde fluctuaties in de persluchtafname rendabel te kunnen opvangen, kan de totale gevraagde capaciteit worden verdeeld over meerdere (kleinere) stationaire compressoren. Via een intelligente regeling worden deze dan afhankelijk van de vraag aan/uit geschakeld. Ook kunnen een of meerdere stationaire compressoren worden gecombineerd



Typische opbouw van een eigentijds compressorstation met meerdere stationaire en/of toerengeregelde compressoren of een combinatie daarvan. Door de compressoren aan te sturen via een centrale regeling, wordt een stabiele systeemdruk gecombineerd met een zo hoog mogelijk energetisch rendement.



De MDG450 adsorptiedroger van Atlas Copco staat hier pal naast een VSD persluchtcompressor (toerengeregeld), van welke combinatie er twee staan opgesteld bij Trinseo in de Zeeuwse plaats Hoek bij Terneuzen. Door het ontwerp van de roterende trommeldrogers is geen spoellucht nodig, waardoor er geen sprake is van persluchtverspilling wat vaak voorkomt bij drogers met dubbele toren. Omdat deze drogers bovendien compressorwarmte gebruiken voor de regeneratie van het droogmiddel is de MDG450 een 'nagenoeg energieloze droger'.

met een toerengeregelde compressor. De stationaire compressoren zorgen dan voor de basis persluchtbehoefte, terwijl de toerengeregelde compressor de fluctuaties in de persluchtbehoefte boven de nominale vraag opvangt. De huidige toerengeregelde machines draaien in een breed capaciteitsgebied vanaf circa 20% tot 100% optimaal rendabel. En is in een deel van de fabriek toch een (veel) hogere druk nodig, overweeg dan om alleen voor dat deel boosters in te zetten.

Compressor innovatie

De aandrijving van compressorblokken geschiedt in het algemeen door elektromotoren. Waren dat aanvankelijk standaard

draaistroommotoren (al dan niet frequentie-geregeld), de laatste jaren zijn er nieuwe typen elektromotoren geïntroduceerd, waaronder zuiniger (IE3/IE4) draaistroommotoren en permanent magneet en synchrone reluctantie motoren waarvan het toerental nauwkeurig gestuurd kan worden. Hiermee kunnen de schroeven van een compressor direct, dus zonder tussenkomst van een tandwielkast, worden aangedreven, wat al een aardige rendementswinst oplevert. Omdat bij tweetraps (olievrije) schroefcompressoren daardoor de compressorblokken ook op verschillende toerentallen kunnen draaien, werd de compressor als geheel nog veel rendabeler.

Uitgerust met toerengeregelde direct drives zijn de nieuwe compressoren ten opzichte van een conventionele stationaire compressor met vast toerental en draaistroommotor wel tot 50% energiezuiniger. Past men bovendien warmteterugwinning toe, dan kan afhankelijk van het systeem ook nog eens zo'n 95% van de warmte uit koellucht en circa 76% van de warmte uit het olie-circuit

De VPFlowScope M meet van perslucht en industriële gassen de (bi-directionele) flow, druk, temperatuur en totaal flow en is er in verschillende uitvoeringen. Standaard outputs zijn: 4...20 mA en RS485 (Modbus RTU). Ook is de nieuwste uitvoering van dit veelzijdige meetinstrument Industry 4.0 Ready wat te danken is aan de geïntegreerde Ethernet interface: Modbus/TCP. Tevens zijn er USB uitgangen voor configuratie en uitlezing van data via de VPStudio software. Door de gepatenteerde verwisselbare VPSensorCartridge wordt het traditionele kalibreren overbodig wat downtime nagenoeg elimineert.



worden teruggewonnen en worden benut voor ruimteverwarming (via het CV-circuit) of het opwarmen van processen in de fabriek.

Efficiënter drogen

Afhankelijk van de toepassing mag de toegepaste perslucht meer of minder restvocht bevatten. Om perslucht droger te maken is het noodzakelijk om het zogeheten drukdauwpunt te verlagen. Hoe lager het drukdauwpunt, des te droger de lucht. Voor niet al te kritische situaties kunnen hiervoor zogeheten koeldrogers worden toegepast. Deze lijken qua werking op een gewone huis-tuin-en-keuken koelkast en kunnen een drukdauwpunt tot zo'n 3 °C realiseren. Daarnaast zijn er membraan luchtdrogers die een deel van het restvocht op een energie-vriendelijke manier uit de perslucht verwijderen en dauwpunten tot globaal -40 °C kunnen realiseren. Voor nog lagere dauwpunten zijn er adsorptiedrogers, waarmee drukdauwpunten tot -70 °C kunnen worden bereikt. Deze lucht is kurkdroog en ideaal voor kritische toepassingen in bijvoorbeeld de food-, farma- en semiconductor industrie. Globaal kan worden gesteld dat des te lager het drukdauwpunt, des te hoger zijn de energiekosten om dit te realiseren. Daarnaast zijn er andere factoren die de (energie)kosten verder beïnvloeden. Zo moeten bijvoorbeeld adsorptiedrogers met bepaalde intervallen geregenereerd worden, wat extra energie kost. Een uitzondering hierop vormen de nieuwste 'energieloze' heat of compression drogers die compressorwarmte gebruiken voor het regenereren van het droogmiddel. Ook zijn er inmiddels zogeheten tandem drogers, waarbij een koeldroger in één apparaat is gecombineerd met een adsorptiedroger, waardoor deze combidrogers een aanzienlijk hoger rendement hebben dan dat van oudere generaties koel- of adsorptiedrogers.

Lekkagemanagement

We kunnen het niet genoeg benadrukken, maar in vrijwel alle productiebedrijven waar perslucht wordt gebruikt is sprake van lekkages. Soms hoor je het gewoon ergens sissen als je door een fabriek loopt en merkwaardigerwijs wordt daar zelden direct iets aan gedaan. Vreemd, want lekkages zijn kostbaar en kunnen er de reden van zijn dat men er toch maar een compressor bij zet om de capaciteit veilig te stellen of dat men de druk verhoogt om er zeker van te zijn dat alles blijft werken. In veel bedrijven wordt op die manier veel geld over de balk gesmeten. Een eenvoudige en snelle manier om erachter te komen of het systeem lekt, los van goed luisteren, is om op het moment dat de fabriek stil ligt, dus tijdens de lunchpauze of in het weekend, een kijkje te nemen in de compressorruimte. Als het goed is staan alle compressoren dan stil. Is dit niet het geval, dan is er vrijwel zeker sprake van lekkage(s). Er zijn persluchtleveranciers en gespecialiseerde bedrijven die met ultrasone meetapparatuur lekkages in een fabriek snel en effectief kunnen opsporen. Ook kan een Technische Dienst uiteraard zelf zo'n apparaatje aanschaffen. Hiermee breng je heel eenvoudig lekkende koppelingen en slangen in beeld en die mankementen zijn eenvoudig en tegen overzichtelijke kosten te verhelpen. Naast de 'zichtbare' lekkages zijn er echter ook onzichtbare. Bijvoorbeeld in het inwendige van machines. Deze kunnen met gerichte flow- en drukmetingen opgespoord worden.

Metten en monitoren

Om de gedragingen en de kosten van persluchtinstallaties goed in beeld te kunnen brengen zal er op verschillende plekken gemeten moeten worden. Dat kan men periodiek (laten) doen, maar wil men het systeem echt optimaliseren, dan zal men gebruik moeten maken van permanent



Soms wordt het streven om in kader van energiebesparing de overall druk in het persluftsysteem te verlagen vrijgesteld omdat een bepaald deel van de fabriek een hogere druk nodig heeft. De oplossing is dan om voor dat deel een persluchtbooster in te zetten zoals bijvoorbeeld een CN C of DN C hogedrukbooster van Kaeser. Deze leveren einddrukken van 10 tot 45 bar bij een inlaatdruk van 3 tot 10 bar. De machines zijn er met capaciteiten tot 19,6 m³/min.

geïnstalleerde meetinstrumenten inclusief monitoringsysteem met bijbehorende software. Men kan uiteraard allerlei scenario's bedenken en tot op machine-detailniveau druk-, flow- en vochtigheidsmetingen gaan verrichten, maar dat is vaak niet nodig. Wat in ieder geval belangrijk is om te meten zijn het opgenomen compressorvermogen, de systeemdruk en de perslucht flow. Daarbij moet men zich realiseren dat druk, omgevingstemperatuur, koelwatertemperatuur, conditie van inlaatfilters, etc. ook van invloed zijn op het opgenomen vermogen van een compressor. Om dit betrouwbaar te kunnen meten is het belangrijk om gebruik te maken van driefase vermogensmeters. Deze meten niet alleen continu de stroomsterkte (A), maar ook de actuele spanning (V) bij alle drie de fasen van de voedingskabel. Met dergelijke vermogensmeters kunnen de Power Factor (PF), spanning, stroom,



De door VPI Instruments ontwikkelde 3 Phase Power Meter is een zeer nauwkeurige driefasen vermogensmeter voor persluchtcompressoren of andere industriële apparaten. De Power Meter meet op alle drie de fasen tegelijkertijd vermogen, stroom, amperage, Cos φ en meer elektrische parameters en geeft daarmee een volledig en accuraat beeld van het verbruik. Het brede meetbereik bedraagt 100 tot 600 Vac bij 50 of 60 Hz.

Cos ϕ en vele andere elektrische parameters automatisch worden gemeten en berekend. Bij het bepalen van de Power Factor wordt daarbij rekening gehouden met zowel de verschuiving van de stroom ten opzichte van de spanning (Cos ϕ), als de vervorming van de stroom, vergeleken met een perfecte sinus. In het ideale geval is de Power Factor 1, maar als de Cos ϕ te laag is, of the Total Harmonic Distortion (THD) te hoog, zal de waarde van de power factor afnemen.

Flow/druk/temperatuurmeters

De meest gebruikte instrumenten voor het meten van persluchtflow zijn thermische massaflowmeters, vortexmeters, verschil-drukmeters, Coriolis meters, mechanische flowmeters (roterend) en (clamp-on) ultrasoon meters. Verschil-drukmeters meten de doorstroming aan de hand van de drukval over een meetflens. Deze meters worden vaak gebruikt voor capaciteitsmetingen volgens ISO 1217. Wil men super nauwkeurig meten, dan zijn Coriolis meters de juiste keuze, echter deze zijn wel tot tien keer duurder dan massaflowmeters. Voor het meten van perslucht zijn thermische massaflowmeters dus het meest geschikt. Ze hebben een groot dynamisch bereik, meten doorstroming op basis van warmteverlies en hebben een aantrekkelijke prijs/prestatie verhouding. Ze zijn echter gevoelig voor water en olie en dus niet inzetbaar voor metingen vóór de droger. Voor deze toepassing zijn er insteekflowmeters op basis van ver-



Via een webbrowser wordt met VPVision het complete persluftsysteem van compressorinstallatie tot eindgebruikers in beeld gebracht. Het systeem toont onder meer waar, wanneer en hoeveel perslucht er wordt gebruikt, waaruit concrete besparingsmogelijkheden kunnen worden gedestilleerd. Recent is de VPRouter toegevoegd waarmee via internet (WiFi/4G) de VPVision software kan worden geupload en realtime meegekeken kan worden naar wat er in een installatie, waar ter wereld dan ook, gebeurt.

schildruk. De nieuwste meters zijn in staat om meerdere waarden te meten waaronder (bi-directionele) flow, druk, temperatuur en totaal flow.

Monitoring

De beste manier om precies te weten hoe het ervoor staat en welke mogelijkheden er zijn voor verdere optimalisatie is de persluchtinstallatie continu te bewaken. Hiervoor zijn er verschillende monitoringsystemen op de markt waarmee exact in beeld gebracht kan worden wat de conditie is van de installatie en hoe deze wordt gebruikt. Via internet kunnen experts bovendien meekijken wat er precies in de persluchtinstallatie gebeurt. Op basis van de uit monitoringsystemen gedestilleerde gegevens kunnen de betrouwbaarheid van de installatie worden verhoogd en de energiekosten worden verlaagd. Monitoringsystemen bewaken bijvoorbeeld het opgenomen vermogen (kWh) van de compressoren en de

Een andere belangrijke, maar moeilijker te ontdekken besparingsbron, is drukverlaging...

dynamische druk en flow in het leidingnet. Dit niet alleen gedurende de normale productietijden, maar ook tijdens rustperiodes waardoor kan worden geconstateerd of er sprake is van lekkages. Door deze op te sporen en te verhelpen kunnen direct interessante besparingen worden gerealiseerd. Een andere belangrijke, maar moeilijker te ontdekken besparingsbron, is drukverlaging. Door de druk in kleine stapjes te verlagen, het systeem vervolgens een tijdje op die lagere druk te laten draaien en dit goed te monitoren en te evalueren, komt men vaak tot verrassende resultaten. Monitoringsystemen zijn uitgerust met speciale software, waarmee bijvoorbeeld ook automatisch rapporten kunnen worden gegenereerd over de belasting en het energiegebruik van de installatie. Op basis hiervan kan het systeem in overleg met deskundigen vervolgens verder worden geoptimaliseerd, waardoor men uiteindelijk een persluftsysteem krijgt met de laagst mogelijke TCO.



Deze handzame ultrasone akoestische beeldcamera zet geluid producerende persluchtlekkages direct om in waardevolle visuele informatie. De tijdsintensieve single spot lekkagemeting met een conventionele ultrasoon meter of ultrasoon camera wordt met dit instrument achterhaald. De AcousticsCam is voorzien van 124 ultrasoon microfoons, een digitale camera en speciale cloud rapportage software waarmee heel eenvoudig een lekkagebeeld van één of meerdere lekpunten vanaf grote afstand vastgelegd kan worden. Data wordt automatisch via WiFi naar een portal gepusht waar online een lekkage rapport met foto's en kosten gegenereerd wordt.