Suiker Unie bespaart energie met thermische damprecompressie

De fabriek van Suiker Unie in Dinteloord ontwikkelde zelf een flexibele thermische damprecompressie waar het veel energie mee bespaart. Door verdere optimalisaties van het systeem bespaarde de fabriek in de campagne van 2019 en 2020 3,4 miljoen kubieke meter aardgas. En de bodem is nog niet bereikt. Het succes inspireerde de operators bovendien om nog meer energiebesparingen door te voeren.

Tekst: Marc van Dijk, procestechnoloog Cosun R&D, Egbert Klop, algemeen directeur BlueTerra Energy Experts

In Dinteloord staat een van de twee Nederlandse fabrieken van Suiker Unie. De suikerproducent die onderdeel is van Royal Cosun heeft een heldere visie op duurzaamheid en brengt deze ook in de praktijk. Een van de voorbeelden daarvan is dat het bedrijf de grondstof suikerbiet zorgvuldig ontleedt in hoogwaardige biobased producten. Een ander voorbeeld is de vergistingsinstallatie in Dinteloord, die bijproducten omzet in biogas en jaarlijks elf miljoen kuub groen gas invoedt in het aardgasnet.
Suiker Unie heeft de ambitie om de meest groene, innovatieve en succesvolle bietenverwerker ter wereld te zijn. Onderdeel van deze ambitie is het optimaal benutten van de beschikbare restwarmte. Suikerunie ontwikkelde in eigen beheer het Flex-TDR concept en optimaliseerde te techniek samen met BlueTerra Energy Experts.

Suiker Om van suikerbieten tot suiker te komen, verdampt Suiker Unie veel water in het productieproces. Na het doorlopen van een reeks processtappen voor het winnen en zuiveren van het suiker uit de suikerbiet blijft een suikerbietensap over, ook wel dunsap genoemd. Dit sap bevat nog relatief veel water en een klein deel droge stof (vijftien tot zeventien procent). Voor verdere verwerking moet het dunsap verder ingedikt worden tot diksap met een drogestof gehalte van circa zeventig procent. Om tot diksap te komen, verdampt de fabriek een groot deel van het water in het dunsap in meertraps indampers. De fabriek in Dinteloord gebruikt hiervoor twee indampstraten met elk zeven trappen. Meertraps indamping is een energie-efficiënte technologie die de procesdamp die ontstaat door indamping van suikersap gebruikt als warmtebron voor de volgende indampingstap. Door een zeventraps indamper toe te passen, is maar één ton stoom nodig om zeven ton water te verdampen. Op deze wijze benut Suiker Unie de energie (warmte) in het systeem zo optimaal mogelijk.

Door de afschaffing van het suikerquotum in 2017 kreeg Suiker Unie de mogelijkheid haar productiecapaciteit op te voeren. Om die reden is in 2017 de meertraps indamper uitgebreid met een zevende trap. Dit leverde al een forse winst op: een verbetering van de energie-efficiency van maar liefst veertien procent.

Campagnebedrijf De Suikerfabriek in Dinteloord is een typisch campagnebedrijf. De suikerfabriek kan pas starten als de eerste bieten in het najaar worden aangeleverd en stopt weer als alles verwerkt is. De campagne start regulier eind september en eindigt normaliter eind januari van het daarop volgende jaar. Hoewel het productieproces een continu proces is, spelen verschillende factoren een rol die de vraag naar energie (vooral stoom) en de beschikbaarheid van restwarmte sterk laten fluctueren. Zo lopen er batchprocessen parallel aan het proces van het indampen van het suikersap die gebruik maken van de damp die vrijkomt bij het indampen. Ook de buitentemperatuur beïnvloedt de energievraag. Bovendien zijn suikerbieten natuurproducten die kunnen wisselen qua samenstelling. Met name het suikergehalte fluctueert.

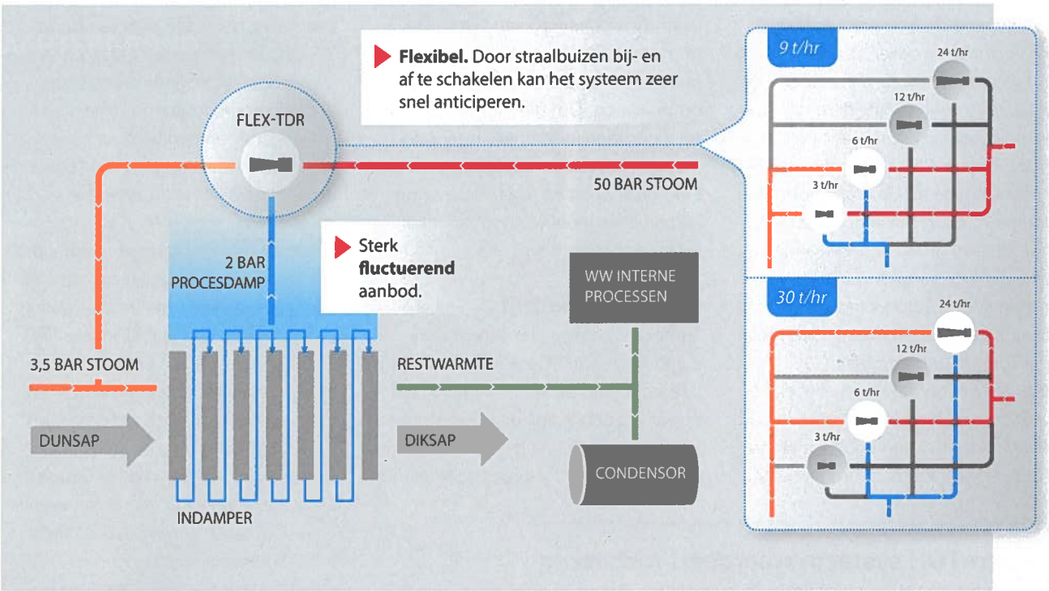
Het Flex-TDR systeem waardeert reststoom van ruim één barg op naar stoom van circa 2,5 barg.

Dinteloord Suiker Unie in Dinteloord heeft een eigen energieopwekking, die geheel is afgestemd op de hoge thermische energievraag van de fabriek. De installatie bestaat uit twee stoomketels met een capaciteit van 240 ton stoom per uur en een stoomdruk van vijftig barg. Als energiebron gebruikt Suiker Unie aardgas. De stoom wordt geëxpandeerd in een tegendrukturbine die een generator aandrijft. Deze generator kan 25 megawatt elektrisch opwekken, wat meer dan voldoende is voor de eigen behoefte van de fabriek. De fabriek kan zelfs tot maximaal vijf megawatt elektrisch terug leveren aan het openbare net.
De stoom die na de turbine beschikbaar komt, heeft een druk van circa 2,5 barg en 140 graden Celsius. Deze stoom heeft voldoende energie om het indampproces aan te drijven. Een hogere druk- en temperatuur is niet gewenst, omdat dan versnelde suikerafbraak plaatsvindt in de indampers.

Flex-TDR Kenmerkend voor het proces van suikerproductie is dat het een campagnebedrijf is met relatief weinig productie-uren per jaar. Ondanks het continue karakter van het kernproces, vraagt de bietencampagne veel flexibiliteit in de warmtehuishouding. Suiker Unie wil gelijktijdig de capaciteit van de fabriek opvoeren én de energie-efficiency verbeteren. Deze set aan wensen en eisen vragen om innovatieve technieken en creatieve oplossingen.
Om deze reden ontwikkelde Cosun R&D het Flexibele damprecompressieconcept met de naam: Flex-TDR, ofwel Flexibele Thermische Damp Recompressie. Suiker Unie implementeerde dit systeem sinds 2017 met succes. Het Flex-TDR systeem waardeert restwarmte (reststoom) van ruim één barg op naar stoom van circa 2,5 barg. Dit opgewaardeerde stoom drijft het indampproces aan en sluit daarmee de cirkel voor het benutten van restwarmte.

Damprecompressie De clou van het Flex-TDR systeem is een cascadeopstelling van stoomejecteurs. Een stoomejecteur kan damp met lagere druk meeslepen naar een hogere druk. Dit proces wordt aangedreven door hogedrukstoom in een Venturi buis. Hierdoor zijn er geen bewegende onderdelen nodig. Voor aandrijving van het proces is verse hogedruk motive stoom vereist.
De compressieverhouding van TDR is afhankelijk van de aangeboden stoomdrukken. Als vuistregel kan worden aangehouden dat de druk van de motive stoomdruk vijf maal hoger moet zijn dan de suction stoomdruk, om een compressieverhouding van 1,5 te bereiken.

Voorbeeld:
Damp recompressie van
2 bar naar 3 bar (Pc/Ps van 1,5)
Benodigde motive stoomdruk:
2 x 5 = 10 bar



Principeschema Flex-TDR bij Suiker Unie in Dinteloord (stoomdrukken van Flex-TDR zijn bara)

Bij de gekozen compressieverhouding van 1,5 is de benodigde hoeveelheid motive steam doorgaans gelijk aan de hoeveelheid suction steam. Hogere compressieverhoudingen zijn mogelijk, maar hebben meer motive steam nodig waardoor de besparing afneemt. Kenmerkend voor TDR is dat de compressieverhouding laag is ten opzichte van bijvoorbeeld Mechanical Vapor Recompression (MVR). Daartegenover staat dat TDR een relatief eenvoudige techniek is met een lage investeringssom (Capex). Hierdoor is het concept zeer geschikt voor processen met een beperkt aantal productie uren per jaar.

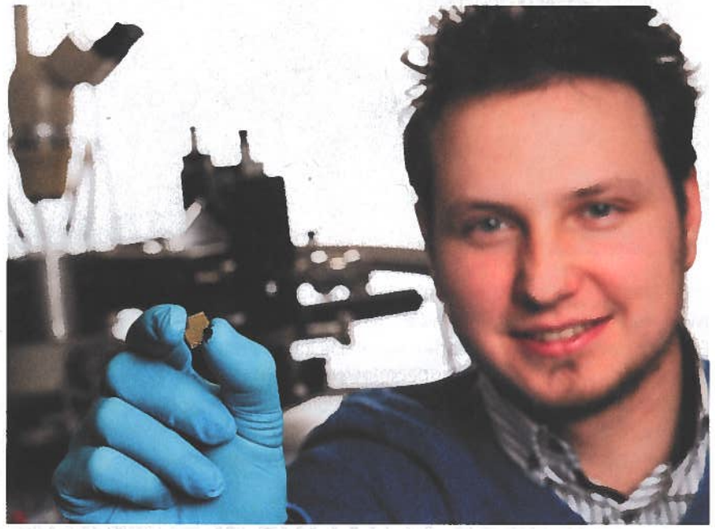
Regelbaar Door de variaties in de stoomvraag voor de verschillende processen in de fabriek en het restdamp aanbod, varieert de gewenste recompressiecapaciteit van de TDR tussen 5 tot 74 ton mechanische damp-stoom van 2,5 barg per uur. Suiker Unie tapt veel van de benodigde stoom voor de deelprocessen af uit de meertraps indamper. Het op- en afschakelen van capaciteit moet daarom ook snel kunnen plaatsvinden. Een van de beperkende eigenschappen van TDR is echter dat het debiet beperkt regelbaar is. Men loste dit creatief op door een slimme parallelschakeling van een vierstal stoomejecteurs met oplopende capaciteit. Hiermee realiseert Suiker Unie een goed regelbereik met overlappende werkpunten.
Het principeschema van de Flex-TDR installatie die bij Suiker Unie Dinteloord is gebouwd, is in het figuur hierboven weergegeven. In totaal zijn er vier stoomejecteurs geplaatst met en oplopende capaciteit van 3, 6, 12 en 24 ton MD-stoom per uur met een druk van 2,5 barg. Deze installatie is sinds de campagne van 2017 in bedrijf.

Winst Door een deel van de vrijkomende procesdamp van de indampers te recomprimeren heeft Suiker Unie Dinteloord minder verse stoom nodig voor zijn proces. De hoeveelheid vrijkomende procesdamp fluctueert sterk, maar wordt goed opgevangen door de geïnstalleerde Flex-TDR. Met de toepassing van Flex-TDR bespaarde Suiker Unie in de campagne van 2019/2020 3,4 miljoen kubieke meter aardgas.
De installatie is gedurende drie seizoenen (2017/18, 2018/19 en 2019/2020) intensief gemonitord en geoptimaliseerd. Men verwacht dat de besparing komende jaren verder zal stijgen onder andere door een betere inzet van restwarmte en de oplopende prijs voor CO2-emissies. Ook bleek het Flex-TDR concept een aanjager voor verdere energiebesparingen in het proces. Door deze besparingen komt er meer lagedruk damp vrij die Suiker Unie weer kan benutten met TDR. ●

DEI SUBSIDIE

Suiker Unie heeft als ambitie de meest groene, innovatieve en succesvolle bietenverwerker van de wereld te zijn. Onderdeel van deze ambitie is het optimaal benutten van de beschikbare restwarmte. Dit artikel beschrijft het Flex-TDR concept, een innovatieve toepassing dat Suiker Unie in eigen beheer ontwikkelde en samen met BlueTerra Energy Experts optimaliseerde. Het Flex-TDR concept wordt mede mogelijk gemaakt door subsidie uit het Demonstratie Energie Innovatie (DEI) programma. Deze regeling valt onder het topsectoren programma Energie van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en wordt uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

MICROGENERATOR VAN NANODRADEN ALS BATTERIJ



Sensoren zonder batterij, van stroom voorzien door het warmteverschil tussen het oppervlak waarop de sensor is aangebracht en de omgeving: promovendus Daniel Vakulov ontwierp een microgenerator op basis van nanodraden die dat mogelijk maakt. Minuscule slimme sensoren, die draadloos meetwaarden doorgeven via het internet, worden al gebruikt om industriële en logistieke processen in de gaten te houden. Omdat het ondoenlijk is om telkens de batterijen van deze talloze sensoren te vervangen, zoeken wetenschappers naarstig naar slimmere manieren om dergelijke sensoren van energie te voorzien. Het zogeheten thermo-elektrische effect, waarbij warmte-energie uit de omgeving wordt omgezet in elektriciteit, is daarvoor een voor de hand liggende kandidaat.
Simpel gesteld kun je elektriciteit opwekken door warmte-energie toe te voegen aan een materiaal dat zijn energie niet kwijt kan in de vorm van warmte, maar wel in de vorm van een elektrische stroom. Promovendus Daniel Vakulov onderzocht daarom de thermo-elektrische eigenschappen van nanodraden. Deze draadjes zijn namelijk te dun om via trillingen effectief warmte te transporteren, maar dik genoeg om elektriciteit te geleiden. Het materiaal indiumantimonide bezit gunstige eigenschappen voor deze toepassing.
Elke generator bestaat uit een soort perceel van een halve millimeter waarin grofweg een miljoen nanodraden uit het oppervlak steken als een soort rietstengels, maar dan stengels van vier micrometer lang, volledig ingebed in transparant plastic. De promovendus toonde aan dat elk van de microgeneratoren een elektrisch vermogen opwekt van veertig microwatt bij een temperatuurverschil van drie graden Celsius. Dat is niet veel, maar er passen dan ook honderden van deze thermo-elektrische microgeneratoren op een vingernagel. Aan elkaar gekoppeld zouden die volgens Vakulov genoeg vermogen leveren voor een sensor die je bijvoorbeeld tegen een wand of plafond kunt plakken. 'Het verschil in temperatuur tussen zo'n oppervlak en de omgeving is eigenlijk altijd voldoende groot om een sensor van stroom te voorzien.'

WARMTEOPSLAG IN WAS MET NANODEELTJES

Zogeheten faseovergangsmaterialen zoals parafinewas kunnen warmte vasthouden als ze smelten om deze weer los te laten als ze stollen. Het warmtegeleidend vermogen van de meeste materialen is echter redelijk beperkt. Wetenschappers die zijn betrokken bij Het Wax+ project willen dit geleidingsvermogen vergroten met nano-vlokken van grafeenoxide. Phase chaning materials (PCMs) zoals paraffinewas kunnen warmte absorberen of vrijgeven bij de overgang van vaste naar vloeibare vorm en vice versa. Nanovlokken van grafeenoxide, met een hoog warmtegeleidingsvermogen, zou de capaciteit van dit soort materialen moeten vergroten. De onderzoekers hopen de tijd te verminderen die nodig is om energie op te slaan of terug te winnen, van dagen naar slechts enkele minuten.