

ENERGIEVERBRUIK MELKWARMTEPOMP

Ing. W. J. Bruins

Op afdeling 5 gaat de warmte die vrijkomt bij koeling van de melk niet verloren maar wordt gebruikt voor het verwarmen van water. Dit is mogelijk met een aangepaste koelmachine of warmtepomp. Op afdeling 5 wordt gebruik gemaakt van een systeem met watergekoelde condensor.

In 1984 en 1985 is nagegaan hoeveel elektriciteit deze aangepaste koelmachine dagelijks nodig heeft om de melk op 4 °C te brengen en te houden.

Bedrijfsgegevens

Op afdeling 5 worden ruim 50 koeien gemolken. In het hierbij gegeven overzicht staat de gemiddelde maandelijkse productie in de periode waarover het onderzoek zich uitstrekt.

Tabel 1 Gemiddelde dagelijkse melkproductie per maand op afdeling 5

Maand/month	jan	feb	maart	april	mei	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Gemiddelde dagelijkse productie/ <i>average daily milk production (kg)</i>	850	930	980	970	1050	1040	860	670	510	560	560	740

Table 1 *Average daily milk production per month on unit 5*

Op dit bedrijf kalft de veestapel voornamelijk in de winter en het voorjaar. Vandaar dat de productie in mei het hoogst is. Een consequentie van dit afkalfpatroon is dat aan het eind van de weideperiode nog maar de helft van de productie in mei bereikt wordt.

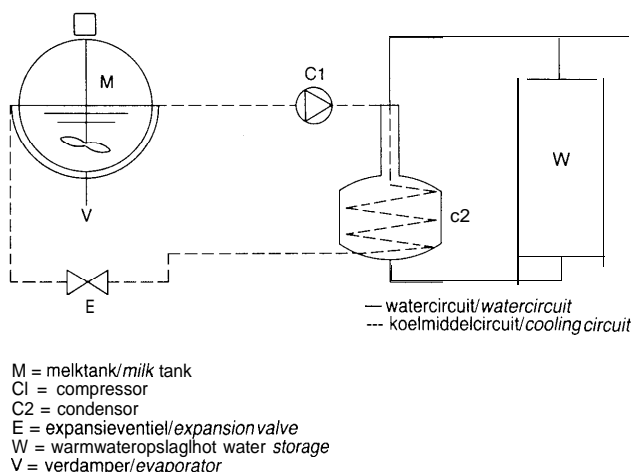
Warmtepomp en melkkoeling

Aan het warmtepompsysteem met watergekoelde condensor zijn drie belangrijke onderdelen te onderscheiden: de verdamper, de condensor en de compressor. Het transportmiddel voor de warmte is het koelmiddel freon dat in een gesloten circuit circuleert. Tijdens die overgang naar gas neemt de freon warmte op uit de aangrenzende omgeving (bijvoorbeeld melk). Daarna zuigt de compressor het freongas aan om het te verdichten. Door de verdichting condenseert het gas waardoor de warmte weer wordt afgegeven. Deze warmte wordt vervolgens gebruikt om water op te warmen tot ca. 60 °C. Dat gebeurt door koud water langs de condensor te laten stromen.

Op afdeling 5 is de warmtepomp aangesloten op een melkkoeltank van ca. 2800 liter. De koeltank staat buiten. Dit is gedaan om binnen ruimte te besparen. In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe het systeem werkt. De condensor C2 is opgebouwd uit een roestvaststalen reservoir met een inhoud van ca. 46 liter, waarin een warmtewisselaar is aangebracht. De warmtewisselaar bestaat uit een koperen pijp die als een spiraal is gewikkeld.

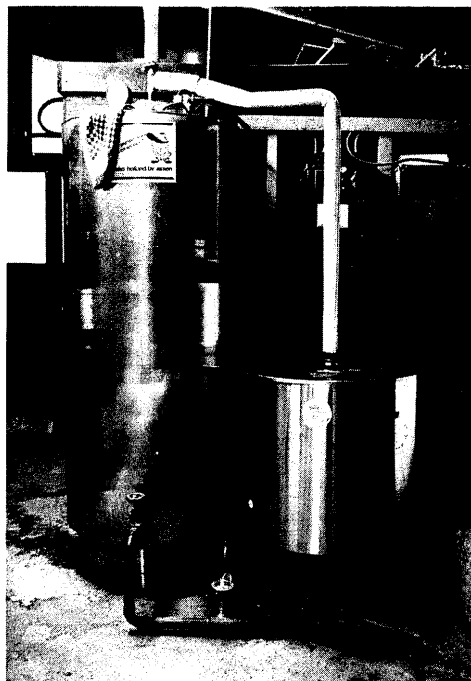
Het verdampende koelmiddel onttrekt warmte aan de melk en wordt door de compressor C1 onder een hoge druk gebracht. Bij deze hogere druk zal het gasvormige koelmiddel in C2 condenseren. De vrijkomende warmte wordt aan het water in C2 overgedragen. Het

Figuur 1
 Schema warmtepomp en melkkoeltank afdeling 5
Figure 1
 Scheme heat pump and milk tank unit5



vloeibare koelmiddel vervolgt zijn weg in het normale koelmediumcircuit en na het expansieventiel E verdampt de freon weer in V waardoor warmte wordt opgenomen uit melkkoeltank M, waarin de kringloop weer opnieuw kan beginnen. Door het verschil in soortelijke massa tussen het opgewarmde water in C2 en het koude water in het warmwateropslagvat ontstaat een natuurlijke circulatie. Dit vat heeft een inhoud van ruim 400 liter.

Wanneer niet alle warmte die in C2 aan het water wordt overgedragen, kan worden benut,



Het energieverbruik per 100 liter te koelen melk van een warmtepomp met een watergekoelde condensor kan in de zomer hoger zijn dan in de winter.

The energy use per 100 liter cooled milk of a heat pump with a water cooled condensor can be higher in summer than in winter.

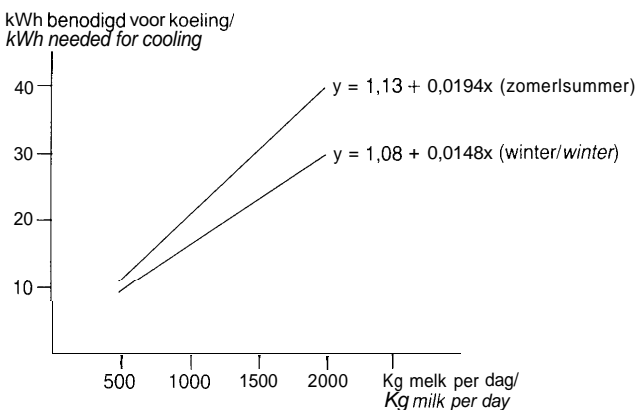
komt de scheidingslaag tussen warm en koud water in W steeds lager te liggen, zodat uiteindelijk warm water naar C2 zou kunnen stromen. Dit wordt voorkomen door een op de wand aangebrachte temperatuurvoeler die een spui-inrichting in werking stelt, zodat het niveau van het warme water in W niet lager komt dan deze voeler. Een eventueel overschot aan warmte wordt dus „geloosd” in de vorm van warm water. Dit lozen komt nogal eens voor.

Op afdeling 5 levert de warmtepomp ca. 0,7 liter water van 60 °C per liter gekoelde melk. Voor reiniging van melkmachine en melktank is ca. 300 liter water nodig. Ook voor de rest van het bedrijf is warm water nodig (handen wassen, emmers spoelen). Echter gedurende vrijwel het hele jaar wordt dagelijks meer warm water geproduceerd. Uit de tabel is af te leiden dat in mei en juni elke dag meer dan 700 liter water van 60 °C beschikbaar is. Het zal duidelijk zijn dat een aanzienlijk deel van dit water niet benut kan worden.

Energieverbruik

De compressor wordt aangedreven door een elektromotor. Deze heeft voor zijn werk uiteraard energie nodig. Het vermogen van de machine is maximaal 2,2 kW. Op de warmtepomp is een kWh-meter aangesloten. Door wekelijks de stand van de kWh-meter op te nemen en tevens de hoeveelheid afgeleverde melk te noteren, kan berekend worden hoeveel energie nodig is om de melk te koelen. Voor het verbruik in de zomer (mei tot en met oktober) geldt de vergelijking $y = 1,13 + 0,0194x$ en in de winter $y = 1,08 + 0,0148x$. In deze vergelijkingen staat y voor het aantal benodigde kilowatturen voor de koeling van melk en x voor het aantal kilogrammen gekoelde melk. In figuur 2 is het verband grafisch weergegeven. Opvallend is het hoge energieverbruik in de zomer. Het ligt ruim 30% boven het verbruik in de winter. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de hoge temperatuur van het koelwater, de melk die warmer in de tank komt omdat onderweg minder afkoeling plaatsvindt en doordat de tank buiten staat. In het laatste geval is de opwarming vermoedelijk groter dan wanneer de tank binnen zou staan.

Dat de formules aardig kloppen blijkt uit het volgende. Volgens de kWh-meter werd in de periode april tot en met oktober 2914 kWh voor koeling van de melk gebruikt. In deze periode van 180 dagen werd gemiddeld dagelijks 781 kg melk afgeleverd. Ingevuld in de formule geeft dat een verbruik van $y = 180 (1,13 + (0,0194 \times 781)) = 2930$ kWh. Voor de winterperiode was de gemiddelde dagelijkse productie 820 kg en daarmee het energiever-



Figuur 2
Verband tussen benodigde hoeveelheid energie voor koeling en de gekoelde hoeveelheid melk in zomer en winter
Figure 2
Relation between energy needed for the cooling of milk and the cooled quantity of milk in summer and winter

bruik $y = 185 (1,08 + (0,0148 \times 820)) = 2445$ kWh. In werkelijkheid werd 2468 kWh gebruikt.

Conclusie

Warmtepompen maken het mogelijk melk te koelen en tegelijkertijd water te verwarmen. Bij het berekenen van het energieverbruik bij de koeling van melk gaat men meestal uit van een verbruik van 1,5 kWh per 100 liter gekoelde melk. Uit het onderzoek op de Wai-boerhoeve met een warmtepomp met een watergekoelde condensor blijkt dit cijfer voor de winter te kloppen maar in de zomer kan het verbruik hoger zijn. Bij het opzetten en beoordelen van berekeningen is het goed daarmee rekening te houden, zeker als de melkproductie in zomer en winter sterk verschilt.

Energy consumption milk heat pump

On unit 5 a heat pump is in use which cools milk and produces hot water. The heat pump can heat up 0,7 liter water to 60 °C with 1 kg milk. Recently the energy consumption of the pump was measured. It proved that in wintertime energy consumption can be represented by the following equation $y = 1,08 + 0,0148x$ (y = energy consumption in kWh and x = kg cooled milk). In the summer the equation is $y = 1,13 + 0,0194x$. This means that in summertime energy consumption was approximately 30% higher. When calculating the energy use of a milk heat recovery system notice should be paid to the fact that energy consumption can vary during the year. This is even more important when milk production varies strongly during the year.