

Ontwerp van een lakkerij voor siliconenlakken

Eerst rekenen, dan kiezen

Interfocos in het Brabantse Bladel produceert de Barbas en Bellfire sfeerverwarmings-systemen, kachels en open haarden. Het bedrijf heeft pas een nieuwe lakkerij laten bouwen om aan de toegenomen vraag naar producten, een ordergerichte logistiek en aan de stand der techniek voor een langere termijn te kunnen voldoen. Deze nieuwe lakkerij kenmerkt zich door innovatie en moderne technologieën waarbij de emissie van vluchtige organische stoffen drastisch gereduceerd wordt. Voor SenterNovem was dit aanleiding om de maximale subsidie voor milieutechnologie aan Interfocos toe te kennen. In dit artikel worden de processen van de nieuwe lakkerij met hun specifieke kenmerken beschreven.

Alle te lakken onderdelen van elke order worden op een loopwagen van het Power-&Free-transportstelsel opgehangen. Elke loopwagen vertegenwoordigt op die manier een order, waarbij de codering van het logistieke besturingsprogramma volledig wordt overgenomen. De loopwagens met de producten worden door de natchemische voorbehandelingsinstallatie gevoerd en aansluitend diathermisch gedroogd in een hechtwaterdroger. Als de producten droog zijn worden ze in een tweefasige koelzone gekoeld met lucht en aansluitend in speciaal geconditioneerde spuitcabines gelakt

met een organisch oplosmiddel gedragen siliconenlak met hoog vastestofgehalte (~80gewichts-%). Na een gecombineerd proces van uitdammen en voorverwarmen worden de producten in een speciaal geconditioneerde verhardingsruimte gebracht alwaar de vernetting van de lak wordt bewerkstelligd. Na afkoeling in een geforceerde koelzone worden de loopwagens eventueel gebufferd en op afroep naar de afhaalplaats verstuurd. Nadat de onderdelen van de loopwagen zijn afgehaald wordt de order gereedgemeld en gaat de loopwagen naar de lege loopwagen-

buffer. Moeten producten nogmaals door de lakkerij, dan worden ze niet afgemeld en kan hernieuwde bewerking plaats vinden.

VOORBEHANDELING EN HECHTWATERDROGING

De natchemische voorbehandeling wordt in een standaard vierfasen-sproeitunnelinstallatie gerealiseerd. Het voorbehandelingsproces bestaat uit één actieve zone met een mild-alkalische ontvetting gevolgd door 3 spoelingen in cascade. Nieuw is echter het licht-alkalisch handhaven van de spoelcascade met behulp van natronloogdosering in

het laatste spoelbad. De combinatie met de indirecte hechtwaterdroging gedurende 30 minuten op ~140°C in plaats van een directe hechtwaterdroging, bewerkstelligt een lichte alkaliteit op het oppervlak hetgeen een lichte passiverende werking veroorzaakt. De vorming van vliegroest wordt op deze wijze tegengegaan zonder dat deze lichte alkaliteit nadelig van invloed is op de lakfilm. Doordat de hechtwaterdroging indirect is, ontbreken de zuur reagerende componenten van de rookgassen die men bij de direct gestookte hechtwaterdroging wel heeft. Zo wordt dus tevens de ongewenste zoutvorming met het lichtalkalische oppervlak voorkomen.

Een conversielaag zoals een fosfatering en/of nanokeramiek is niet mogelijk vanwege de temperatuurbelasting van plaatselijk ~390°C tijdens gebruik van de producten, zo is uit proeven vooraf vastgesteld. De conversielaag degenereert onder die omstandigheden en veroorzaakt bij afkoeling onthetting van de lakfilm.

Stralen en/of beitsen zijn in dit opzicht ook geschikte voorbehandelingsprocessen, waarbij vanwege de variëteit en hoeveelheid van producten stralen geen optie is voor Interfocos en beitsen milieuhygiënisch en qua arbeidsomstandigheden ook niet.

EEN TWEEFASIGE KOELZONE

De koelzone die na de hechtwaterdroging is geplaatst, moet op reproduceerbare wijze



Luchtbehandelingsinstallatie gezien over de kanalen van de lakdroger.



Producten in de hechtwaterdroger.

de object-temperatuur op homogene wijze bewerkstelligen om een constante kwaliteit van de lakfilm te kunnen waarborgen. In de koelzone zijn twee aspecten van belang: ten eerste moet de enthalpie (de warmte-inhoud) worden afgevoerd om de koeling te realiseren en ten tweede moet deze warmte binnen de beschikbare tijd ook kunnen worden overdragen aan de koellucht.

In de eerste zone is het grote verschil tussen objecttemperatuur en de koellucht de belangrijkste drijvende kracht van de koeling. In dit gedeelte is de koelzone erg vierkant uitgevoerd en worden de loopwagens dwars gebufferd.

Naarmate dit temperatuurverschil afneemt, wordt de warmteoverdrachtscoëfficiënt steeds belangrijker. Deze laatste wordt bepaald door de mate van turbulentie van de koellucht en daar is de luchtsnelheid van

belang. Een kwestie van hard blazen. In dit gedeelte worden de loopwagens in langsvaart gebufferd om het kanaal zo smal mogelijk te maken en met zo min mogelijk lucht, zoveel mogelijk koeling te bewerkstelligen.

Omdat de objecttemperatuur van de te lakken producten bij voorkeur niet lager dan ~18°C en niet hoger dan ~30°C dient te zijn voor de lakapplicatie, moet de koellucht binnen een bandbreedte van 15°C tot 35°C worden gehandhaafd. Koellucht die van buiten wordt aangezogen, kan grotere variaties hebben dan de gewenste bandbreedte. Om die reden wordt een systeem toegepast waarbij circulatie en ventilatie gebalanceerd worden en waarbij op zo constant mogelijke uittredetemperatuur geregeld wordt. In de koude jaargetijden is weinig koellucht nodig en wordt onder omstandigheden deze lucht geventileerd naar de centrale luchtbehandelingskast die de luchttoevoer van de spuitcabines conditioneert. Zo bespaart men energie.

DE SPUITCABINES MET LUCHTBEHANDELKAST

Er zijn drie spuitcabines voorzien: twee grote cabines voor geautomatiseerde applicatie in de toekomst en één handspruitcabine voor retouche en/of speciaal werk.

De spuitcabines zijn voorzien van onder afschot lopende kelders van 0,5 m diep en een pompput. Tijdens de applicatie omlaag vallende oplosmiddelen kunnen op deze wijze niet via dorpels en kieren in de lakkerijhal geraken en overlast veroorzaken.

Om constant de juiste hoeveelheden ingeblazen en afgezogen cabine lucht te waarborgen ondanks vervuilende filterwanden, zijn in de afzuiging regelkleppen geplaatst met een doorstroomhoeveelheidsregeling. De som van de stromingsweerstand over



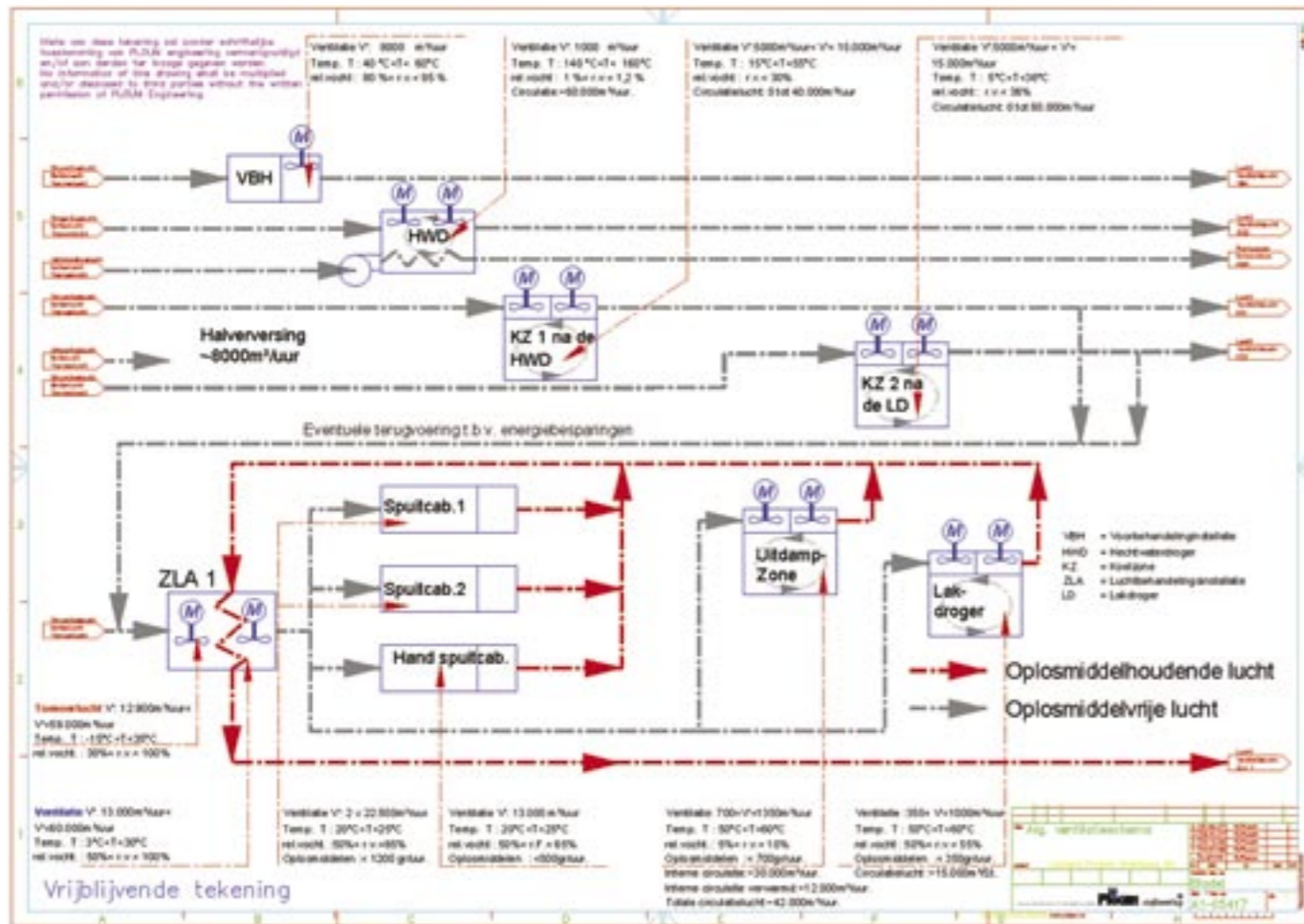
Koelzone-aggregaat ter koeling na de lakdroger.



Links koelzone 2-aggregaat en rechts lakdrogeraggregaat.



Links koelzone 2-aggregaat en rechts lakdrogeraggregaat.



de filterwand en de regelklep worden constant gehouden. Als de regelklep uitgeregeld is, volgt een alarmering dat de filters gereinigd of vervangen moeten worden. De filterwand is opgebouwd uit een EU3 of EU5 filter, een vouwkartonfilter en "kaasdoek van de rol" waar het meeste spuitstof op neerkomt. De standtijd van de er achterliggende filters neemt met een factor ~40 toe en het kaasdoek is eenvoudig reinigbaar en goedkoop. De lak hardt uit onder invloed van temperatuur en vochtigheid en is daarmee dus gevoelig voor deze parameters. Om die reden wordt onder vrijwel alle omstandigheden een cabineklimaat gehandhaafd binnen een instelbaar venster van 20°C tot 25°C en 45% tot 65% relatieve vochtigheid, waarbij men kan kiezen in welke cabines gewerkt wordt. De cabines zijn thermisch goed geïsoleerd om condensatie op de wanden te voorkomen en hebben bovendien een geluidempend effect. De centrale luchtbehandelingkast heeft een capaciteit van 60.000m³/uur en is luchttoevoerzijdig als volgt opgebouwd (zie schema):

- Aanzuigsectie met de mogelijkheid om 2 x

- 5000m³/uur warme lucht uit de koelzones te ontvangen;
- Een EU5 filtersectie om aangezogen vuil uit de luchtstroom te verwijderen;
- Een twin-coil warmtewisselaar die in de winter de warmte uit de geventileerde luchtstroom onttrekt en aan de binnenkomende lucht afgeeft en in de zomer de warmte aan de binnenkomende lucht onttrekt en aan de geventileerde luchtstroom afgeeft. Dit kan oplopen tot ~335kWth warmte-uitwisseling. Er is geen warmtewiel gekozen, ondanks een hoger rendement, om te voorkomen dat oplosmiddeldampen in de toegevoerde lucht kunnen geraken;
- Een koelbatterij met druppelafscheider, die gevoed wordt vanuit een koudwatersysteem dat constant waterglycol van 6,8°C levert en autonoom werkt. Het koelvermogen van dit systeem is ~531kWth en is door zijn opbouw in staat om traploos in de vraag naar koude te voorzien;
- Een geïntegreerde koudemachine met verdamer, druppelafscheider en condensor om de laatste koeling diep genoeg te krijgen en waarna de warmte van de condensor weer aan de lucht wordt toegevoerd. Dit dient om van de verzadigingstoestand

- op de lage temperatuur op de gewenste onderverzadiging bij gewenste luchttemperatuur te geraken;
- Een verwarmingsbatterij voor het volle vermogen van 1,16MWth in geval de warmte terugwinstsystemen bij de laagste temperaturen falen;
- Een hoge druk bevochtigingssysteem om bij te lage luchtvochtigheid van de aangezogen lucht het cabineklimaat op de juiste waarde te handhaven;
- Een ventilatorunit met frequentieregeling;
- Coulissendempers ter demping van het ventilatorgeluid;
- Een EU7 fijnfiltersectie ter laatste reiniging van de lucht voor de cabines.

Luchtafvoerzijdig bestaat de installatie uit:

- Een EU5 filter;
- De warmtewisselaar van de twin-coil warmteterugwinning;
- Afvoerluventilator.

De regeling van deze luchtbehandelingkast wordt via een spreadsheet uitgevoerd, welke in de besturing is verweven omdat gebruikelijke regelingen vaak moeilijk stabiel te krijgen zijn (zie bovenstaande afbeelding).

DE UITDAMPZONE EN DE LAKDROGER

De lak wordt verhardt in de lakdroger bij een temperatuur van 50°C en een relatieve vochtigheid van 50% gedurende 1 uur expositietijd. Het dauwpunt ligt op ~40°C. Als de producten worden aangeboden die kouder dan het dauwpunt zijn, dan slaat het vocht op de lakfilm neer en kunnen lakdefecten ontstaan. Om dat te voorkomen worden de producten in de uitdampzone binnen een kwartier verwarmd met warme droge lucht van ~55°C tot 60°C tot een objecttemperatuur die boven 40°C ligt. Om dit "klimaat" op te sluiten, zijn zowel de lakdroger als de spuitcabines met automatische deuren gescheiden. Het proces van de uitdampzone is eenvoudig: 12.000m³/uur worden via een aggregaat met verwarming gecirculeerd en ~30.000m³/uur via interne circulatieluchtventilatoren. Normaliter zou het aanbod aan oplosmiddeldampen in de uitdampzone vanwege de emissie-eisen 12.000m³/uur moeten zijn. Omdat dit een onacceptabele energieverstopping zou zijn, hebben we besloten alleen zoveel lucht te verversen als nodig is om de concentratie van oplosmiddeldampen onder de 10% van de onderste explosiegrens te handhaven. Dat is maximaal ongeveer 1.200m³/uur. Deze lucht wordt toegevoerd vanuit de centrale luchtbehandelkast en via de afvoerlucht van de spuitcabines geloosd in de atmosfeer. Een vergelijkbare bedrijfswijze handhaven we in de lakdroger alwaar 15.000m³/uur gecirculeerd wordt en waar ongeveer 600m³/uur ververs wordt in plaats van ~8.000m³/uur aan dure geconditioneerde lucht te moeten uitstoten. Op deze wijze wordt de uitstoot ~1.800m³/uur in plaats van ~20.000m³/uur. Bovendien wordt voorkomen dat er een witte wolk boven het emissiepunt van de lakdroger hangt vanwege de vochtigheid en het hoge dauwpunt. Het verhardingsproces verloopt als volgt: Het bindmiddel van de lak bestaat uit een "skelet" van silicium, zuurstof en andere stoffen. Aan het skelet hangen aan de zuurstofatomen zogenaamde methylgroepen; die bestaan elk uit een koolstofatoom met drie waterstofatomen. Met de vierde plaats van het koolstofatoom wordt het bindmiddelskelet vastgehouden. Onder invloed van warmte en vocht zal de waterdamp splitsen in en OH- groep en een

waterstofatoom (H+). De methylgroep komt eveneens los van het bindmiddel en reageert met de OH- groep tot methanol. Dat komt als reactieproduct vrij in de lucht en moet worden afgevoerd. De plaats waar eerst de methylgroep zat, wordt vervolgens ingenomen door het vrije waterstofatoom. Dat gebeurt ook bij andere bindmiddelskeletdelen. Aansluitend vernetten deze ketens doordat twee van die verbindingen van waterstof en zuurstof (OH-groep) samen een molecuul water afsplitsen zodat de daardoor vrijgekomen plaatsen in het bindmiddelskelet daar in elkaar grijpen. De vernetting is daarmee compleet. De lakdroger wordt eerst op 70°C luchttemperatuur gebracht en daarna wordt de bevochtiging ingeschakeld. Daardoor daalt de temperatuur tot 50°C en wordt de relatieve vochtigheid op ~50% gebracht. De regelingen houden vervolgens deze conditie constant. Omdat de verversingslucht uit de centrale luchtbehandelkast komt, is de conditie binnen een klein klimaatvenster constant, zodat het proces van de lakdroger constant en reproduceerbaar blijft.

DE KOELZONE NA DE LAKDROGER

De koellucht om de producten van 50°C op kamertemperatuur te brengen heeft uiteraard een dauwpunt dat lager is dan 40°C. Om onnodige condensatie op de scheiding van de lakdroger en de koelzone tegen te gaan is een sluis voorzien, waarin zo weinig mogelijk luchtbeweging heerst. De sluisdeuren gaan nimmer tegelijkertijd open en de materialen zijn ontworpen om condensatievocht te kunnen weerstaan. De koelzone heeft een aggregaat van 15.000m³/uur welke volledig geventileerd kan worden of 100% gecirculeerd, al naar gelang de behoefte en/of buitenluchtcondities. In koude tijden wordt 5.000m³/uur warme ventilatielucht aan de centrale luchtbehandelkast gevoed, in plaats van naar buiten uit te stoten. Ook zo wordt energie bespaard. Omdat de temperatuurverschillen tijdens de warme tijden klein zijn, is veel luchtbeweging nodig om de warmteoverdracht te bewerkstelligen. De aggregaatventilatoren zijn voorzien van frequentieregelaars om in combinatie met het circulatiebedrijf naar behoefte koellucht toe te voeren. Bovendien zijn drie additionele circulatieluchtventilatoren voorzien met elk een capaciteit van

20.000m³/uur en die elk naar behoefte in of uitgeschakeld kunnen worden. Daarna gaan de producten via de uitloopbuffer naar de afhaalplaats alwaar op afroep de loopwagens worden afgeladen. Het transportsysteem is zodanig ontworpen dat in een later stadium, na uitbreiding, de verschillende assemblagelijnen rechtstreeks de loopwagens met de producten uit de lakkerij kunnen afroepen en pas afgehaald wordt door montagepersoneel.

MEER INFORMATIE

Een meer gedetailleerde beschrijving van de regelingen volgt in een volgend artikel.

De installatie is geleverd door Rippert Oberflächentechnik uit Herzbrock-Clarholz in Duitsland, de luchtbehandelingsapparatuur komt van Alko Luchttechnik uit Roden, het transportsysteem is van Hero Fördertechnik uit Sindelfingen in Duitsland, de applicatie-apparatuur en de lakkeuken zijn van Wagner Duitsland, de demiwaterinstallatie is van Eurowater, de CV-installatie en de koelwatersystemen zijn gebouwd door Gijsbers uit Bladel, en de afvalwater installatie is een eigen ontwerp dat gebouwd is door Kunststof Werktuigbouw uit Boxtel. De lak is van Weilburger coatings GmbH uit Weilburg a/d Lahn in Duitsland.

MEER INFORMATIE
 Ploum Technology BV, handelend onder de naam Ploum Engineering

Boterstraat 204
 5341 KR Oss
 tel.: 0314-12630097
 Mob.: 06-54601119
 fax: 0314-12 645019

info@ploumengineering.nl
 www.ploumengineering.nl