

CONTROLE DE OLEO EM SISTEMAS DE COMPRESSORES EM PARALELO PARA SUPERMERCADOS

Elaborado por : Steve Esslinger , Engenheiro de Aplicação Senior - Refrigeração de Supermercados da Sporlan Valve Company.

Traduzido por : Eng. Hugo Dalla Zanna - Acal New York Inc. - Filial Brasil.

O objetivo principal do óleo num sistema de refrigeração é o de lubrificar as partes móveis do compressor. A operação de sistemas de controle de óleo em "racks" de supermercados é um dos temas menos compreendidos do sistema de refrigeração. Muitos engenheiros e técnicos de manutenção acreditam que o separador de óleo , o reservatório e os controladores de nível dos compressores são os componentes que determinam o nível de óleo dos compressores . Este é um conceito errado.

É importante notar que a adição de um separador de óleo , reservatório e controladores de nível não reduzirão a quantidade de óleo num sistema de refrigeração projetado , instalado e operado adequadamente. O separador de óleo simplesmente serve para minimizar a quantidade de óleo que entra no sistema de refrigeração. Uma vez que o equilíbrio entre a quantidade de óleo que entra no sistema de refrigeração e a que retorna ao compressor é atingido o reservatório de óleo e o controlador de nível servem somente como depósitos da quantidade excedente de óleo.

Qualquer alteração nas condições de operação do sistema de refrigeração que romper o equilíbrio estabelecido (óleo entrando vs. óleo saindo) será corrigido ou não pelo sistema de controle de óleo dependendo das condições em que o sistema de refrigeração se encontra, como veremos adiante.

A eficiência de um separador de óleo tem pouco efeito num sistema de refrigeração caso este sistema tenha um projeto inadequado, dimensão de tubulação incorreta ou está com sua manutenção mal feita. Quando estes fatos ocorrem , teremos óleo em excesso na tubulação do sistema devido à velocidade insuficiente do refrigerante necessária para carregar o óleo de volta ao compressor. É neste tipo de "problema" de aplicação que o sistema de controle de óleo surgirá para "acomodar" o excesso de óleo. O excesso de óleo será notado quando o sistema controlador atuar como um limitador da quantidade de óleo em circulação na tubulação entre os ciclos de degelo. (a velocidade do refrigerante após o fim do degelo é muito alta e "varre" o óleo que ficou perdido pelo sistema de volta para o compressor).

Níveis de óleo que sobem drasticamente no compressor após o final do ciclo de degelo são indicativos de alguma anomalia no sistema de refrigeração. O problema deve ser identificado e corrigido. O excesso de óleo diminui a capacidade de troca de calor no evaporador. O golpe de óleo danifica o compressor.

Compressores ligados na mesma tubulação de descarga e de sucção não recirculam exatamente a mesma quantidade de óleo , nem tem o mesmo padrão de desgaste ou períodos de funcionamento. O objetivo do sistema de controle de óleo é o de compensar as pequenas diferenças entre a taxa de recirculação dos compressores individualmente devido ao tamanho , tempo de funcionamento e desgaste destes compressores. Existem diferenças na quantidade de óleo que retorna a cada compressor através da linha de sucção relativa à quantidade que sai do mesmo compressor através das linhas de descarga individuais.

Compressores alternativos funcionando normalmente recirculam algo entre 1% e 3% de óleo por Kg de refrigerante. Muitos "racks" tem compressores diferentes instalados num mesmo coletor de sucção e descarga para que sejam operados seletivamente baseados na demanda de carga térmica. Suponha que temos um rack com dois compressores, um de 15 hp e um de 5 hp. Um compressor típico de 15 hp operando à 45°C de temperatura de condensação e a -10°C de temperatura de evaporação recircula aproximadamente 812 Kg de refrigerante por hora ou, à taxa de 1% de recirculação de óleo, 8.12 Kg de óleo por hora. Um compressor típico de 5 hp operando nas mesmas condições recircula aproximadamente 202 Kg de refrigerante por hora, ou seja, 2.02 Kg de óleo por hora. Assumindo que os dois compressores estão em paralelo e trabalhando 100% do tempo a quantidade do óleo em recirculação é 10.14 Kg por hora. Considerando um coletor de sucção "perfeito" e ambos os compressores mantendo a eficiência no máximo, a quantidade de óleo retornando a cada compressor através de suas linhas de sucção deveria ser igual a que estaria saído pela descarga. Com este sistema ideal , porém longe da realidade,

os níveis de óleo permaneceriam constantes sem a necessidade de sistemas controladores de nível.

Continuando a usar o "rack" acima como exemplo e agora desligando o compressor de 15 hp por 15 minutos em cada hora. A quantidade de óleo em recirculação diminui de 8,12 Kg por hora. Porém, se o compressor de 15 hp ciclar, a taxa média de óleo em recirculação, que temporariamente retorna pela linha de sucção, pode chegar a 10.14 Kg por hora. Quando o compressor de 15 hp não está funcionando, o compressor de 5 hp pode receber até duas vezes mais óleo por hora através da linha de sucção do que ele consegue devolver para o sistema através da linha de descarga. O compressor de 5 hp deverá trabalhar por duas horas até que consiga descarregar óleo em quantidade suficiente para baixar o nível de seu carter até o centro do visor de óleo.

Instalando-se um separador de óleo, um reservatório e controladores de nível nos compressores deste "rack" não se estará reduzindo a carga de óleo. Na verdade, mais óleo deverá ser adicionado ao sistema para encher o separador, o reservatório e os controladores de nível. Controladores de nível de óleo com equalizador externo permitem que o excesso de óleo no carter do compressor de 5 hp flua para o compressor de 15 hp quando ambos estão funcionando. O separador, o reservatório e os controladores protegem o compressor de 15 hp de um nível de óleo "muito baixo".

Estudos feitos por um fabricante de compressores indicam que ocorre até 4% de desperdício de energia em alguns modelos quando se encontram níveis elevados de óleo no carter destes compressores. Isto ocorre porque, níveis de óleo acima do recomendado, fazem o compressor funcionar numa temperatura de 17°C a 22°C acima do normal, aumentando a temperatura da carcaça do compressor. O gás frio da sucção expande-se muito rapidamente assim que entra no cilindro quente do compressor reduzindo a eficiência volumétrica.

Assumindo um compressor trabalhando 18 horas a US\$ 0,07/Kwh, o custo deste nível de óleo "muito alto" será aproximadamente de US\$ 68,00/ano. (5 hp x 0.746 Kw x 0.07 US\$/Kwh x 18 h/dia x 4% x 365 dias = US\$ 68.00).

A taxa de recirculação de um "rack" de média temperatura pode estar entre 3,630 a 4,540 Kg de refrigerante por hora nas condições de projeto. De 36 a 45 Kg de óleo estará se movimentando através do carter dos compressores combinados por hora à taxa de bombeamento de 1% (pode ser entre 109 e 136 Kg/h a 3%). Um compressor desgastado pode chegar à taxas de bombeamento de óleo maiores.

Todos os compressores se desgastam. É muito comum se ver alguns compressores velhos montados em paralelo com compressores novos. Neste caso tome-se um compressor de 5 hp desgastado e que bombeia óleo à uma taxa de 5% vai circular 10 Kg de óleo por hora, enquanto que um compressor de 15 hp relativamente novo montado em paralelo pode circular 8 Kg de óleo por hora. Os compressores alternativos mais usados em "racks" de supermercados incorporam um controle de fluxo (válvula de retenção) entre o compartimento do motor onde se encontra o vapor de retorno e o carter. A função deste dispositivo é de impedir que o óleo do carter seja forçado a refluir para o compartimento do motor do compressor no instante da partida. O "tal" compressor de 5 hp pode estar tão desgastado a ponto de permitir que os anéis do pistão "vazem" alta pressão para dentro do carter. Quando isto ocorre pode-se chegar ao ponto que a pressão do carter seja maior que a do vapor de retorno no compartimento do motor fazendo com que o óleo pare de voltar ao carter. O compressor de 5 hp agora depende do reservatório de óleo para poder recuperar os 10 Kg por hora de óleo que continua bombeando através de sua descarga. Haverá um determinado momento, quando o desgaste deste compressor for suficientemente severo, que esvaziará o suprimento do reservatório de óleo (potencialmente afetando a alimentação dos outros compressores) e perderá a pressão de óleo, acionando o pressostato de óleo. (Se os controles de nível de óleo estiverem equalizados a pressão do carter do compressor ruim poderá ser transferida aos outros compressores fechando o suprimento de óleo da sucção deles). Como mais óleo é adicionado ao sistema para compensar a falta no compressor desgastado, menos o compressor desgastado estará sendo preenchido com o óleo adicional em recirculação. Não é nada difícil ver alguns compressores de 15 Hp num mesmo "rack" com o nível de óleo do carter acima do topo do visor de óleo.

PRÁTICAS DE TUBULAÇÃO DE RETORNO DE ÓLEO

Uma tubulação corretamente instalada é uma das chaves do sucesso no retorno de óleo. Algumas normas práticas básicas devem ser aplicadas quando se instala, em média, 6.5 Km de tubos em um supermercado. A primeira regra é utilizar sifões de óleo na base de cada tubo de sucção "elevador", diminuir o diâmetro do tubo "elevador" para aumentar a velocidade do gás para 7 m/s ou mais nas temperaturas de projeto. Diminuir o diâmetro da tubulação não somente aumenta a velocidade do gás como também aumenta a perda de pressão na linha. A alta velocidade é necessária para facilitar o movimento de subida do óleo pelo tubo. A segunda regra é aumentar a seção de tubo horizontal para compensar a perda de pressão na seção do tubo vertical. Esta compensação é necessária para evitar que a perda de pressão total do circuito não exceda a perda de pressão equivalente à alteração em 1.2°C em temperatura. A tubulação horizontal tem que estar apoiada e em declive de pelo menos 20 mm em cada 6 metros de comprimento até chegar ao compressor. Por causa desta necessária compensação de pressão, velocidades de 2 m/s ou abaixo são comumente encontradas em longos trechos de tubos horizontais. A terceira regra prática é se assegurar que as válvulas de expansão termostáticas estão adequadamente ajustadas. Um superaquecimento maior que o normal diminui a velocidade do gás na saída do evaporador, segurando o óleo e diminuindo a eficiência da troca de calor. Operando o sistema na temperatura de saturação inferior à determinada em projeto também irá diminuir a velocidade do gás de sucção e segurar o óleo.

A CARGA DE ÓLEO

A carga de óleo total de um determinado sistema é igual à soma de:

- A carga de óleo do carter dos compressores.
- A carga de óleo no reservatório e separador de óleo.
- A quantidade necessária de óleo nos tubos e trocadores de calor até o ponto onde as velocidades do gás são adequadas para carregar o óleo de volta ao carter dos compressores.

Quando um "rack" de supermercado parte e se estabiliza o sistema de óleo é um indicador de:

- Correto dimensionamento e instalação da tubulação no campo.
- Correto dimensionamento da tubulação do próprio "rack" e selecionamento adequado dos componentes.

Um sistema balanceado, projetado, construído e instalado corretamente terá sempre os compressores e o reservatório de óleo com correto nível de óleo 24 horas por dia.

O SEPARADOR DE ÓLEO

Os separadores de óleo podem ser adquiridos nos mais diversos estágios de eficiência. Quanto mais eficiente for o separador de óleo menos óleo entrará no sistema. Contudo, em qualquer sistema será somente uma questão de tempo para o óleo se acumular nas mesmas quantidades e nos mesmos locais como se usássemos um separador de óleo menos eficiente.

O RESERVATÓRIO DE ÓLEO

A função do reservatório de óleo é o de armazenar a quantidade de óleo necessária na condição de "regime estável" de recirculação de óleo. Assumindo um sistema de refrigeração bem instalado e operando normalmente, cerca de 3 litros de óleo no reservatório é mais do que suficiente para ser aplicado à qualquer tamanho de sistema. É impossível dimensionar um reservatório de óleo para compensar sistemas com tubulação dimensionada incorretamente ou com manutenção mal feita. Existe um sem número de sistemas de supermercados em operação hoje em dia que ficariam sem óleo independentemente do tamanho do reservatório de óleo que possuem.

A VÁLVULA DE RETENÇÃO DE ÓLEO

A função da válvula de retenção de óleo é a de manter o reservatório de óleo na pressão necessária para alimentar o controlador de nível de óleo no compressor se o nível cair abaixo do nível regulado (set point). Referindo-se ao diagrama, em anexo, o separador começará a encher o reservatório com óleo em alta pressão e vapor assim que a bóia do separador abrir a válvula de descarga.

A válvula de retenção está numa linha entre o topo do reservatório e o coletor de sucção do "rack" e "sangrará" o excesso da pressão do vapor. (Válvulas de retenção estão disponíveis em regulagens diferentes). Neste exemplo , a válvula "Sporlan" OCV tem 20 psi de regulagem e permitirá que a alta pressão do vapor vindo separador de óleo para o reservatório seja purgada para 20 psi acima da pressão do coletor de sucção.

Esta redução na pressão é necessária para evitar que a bóia mecânica permaneça aberta em virtude da pressão alta. Com o reservatório a uma pressão aproximadamente 20 psi acima da pressão do carter, tem-se uma pressão diferencial adequada para o óleo fluir até o controlador de nível.

O CONTROLADOR DE NÍVEL DE ÓLEO.

A função do controlador de nível de óleo é a mesma do que a das válvulas tipo "reguladoras". O único momento em que o controlador alimenta (funciona) é quando tem que regular o óleo que não está retornando pelo coletor de sucção. Num sistema bem projetado e balanceado a maior parte do óleo retorna ao compressor através da linha de sucção. O controlador de nível vai regular apenas pequenas diferenças quando:

- 1 - A bomba de óleo do compressor travar ou desgastar
- .
- 2 - Quantidades diferentes de óleo retornarem pela sucção devido a turbulência no coletor de sucção.

A "Sporlan Valve Company" oferece o controlador de nível eletrônico o qual pode controlar um nível de óleo muito baixo ou muito alto em compressores semi-herméticos.

O controlador utiliza a bomba de óleo do compressor para remover óleo do carter quando for determinado um nível "muito alto" de óleo.

A figura 1 ilustra o controlador aplicado a um sistema de óleo de baixa pressão.

DIAGNOSTICANDO UM SISTEMA DE CONTROLE DE ÓLEO FORA DE CONTROLE.

Nunca deveriam haver flutuações inesperadas no nível de óleo. Níveis de óleo que mudam rapidamente são uma indicação direta de golpe de óleo causado por baixas velocidades. Os compressores são danificados por golpe de óleo após o ciclo de degelo. O golpe de óleo (golpe de líquido) pode ser causado por alguns problemas que limitam a transferencia de calor e reduz a velocidade do gás . Alguns problemas mais comuns são :

- Lojas com elevado nível de umidade ambiente provocam o isolamento do evaporador com gelo acima dos limites de projeto.
- Serpentinhas congeladas provenientes de drenos entupidos.
- Válvulas de expansão termostáticas fora de ajuste.
- Ciclo de degelo incorreto.

Todos os "racks" de refrigeração tem compressores que irão se desgastar. Haverá um tempo durante a vida útil de cada compressor em que os anéis dos pistões atingirão o ponto crítico de "blow by". Este ponto crítico ocorre quando o anel deixa "vazar" pressão de alta causando um aumento da pressão no carter maior que a pressão de sucção. A pressão igual ou levemente superior pode fechar a válvula de equalização interna. Neste instante duas coisas acontecem:

1 - A taxa de bombeamento da bomba de óleo do compressor fica muito maior que a taxa normal . Em alguns casos severos a taxa de bombeamento ultrapassa 3 litros por minuto.

2 - O compressor fica impossibilitado de receber óleo através da linha de sucção porque a válvula de equalização está fechada. O reservatório de óleo se esvaziará em minutos independentemente do grau de eficiência do separador de óleo. Se o carter do compressor estiver equalizado, a pressurização poderá ser suficientemente grande para evitar que o óleo retorne para os compressores vizinhos saudáveis. É neste momento que o pressostato de óleo atua desligando o compressor por falta de óleo e o técnico adiciona óleo ao sistema em razão de um chamado de emergência (normalmente aos domingos). O óleo adicionado ao sistema vai agora circular por todos os tubos e vai encher os compressores saudáveis podendo causar estragos futuros.

Quando o reservatório de óleo e um ou mais compressores estiverem "baixos" de óleo e outros compressores no mesmo "rack" estiverem "altos" de óleo proceda da seguinte maneira para encontrar o compressor "bombeador":

Desconecte todos os compressores (os carters) da linha de equalização e instale um tubo de cobre de 1/4" desde acima do nível de óleo do carter do compressor até a válvula de serviço de sucção. Abra a válvula de serviço de sucção e funcione o compressor.

- Se o tubo de cobre permanecer frio, o compressor não tem problemas e está saudável.
- Se o tubo esquentar até aproximadamente a temperatura de descarga, concerte ou troque o compressor.

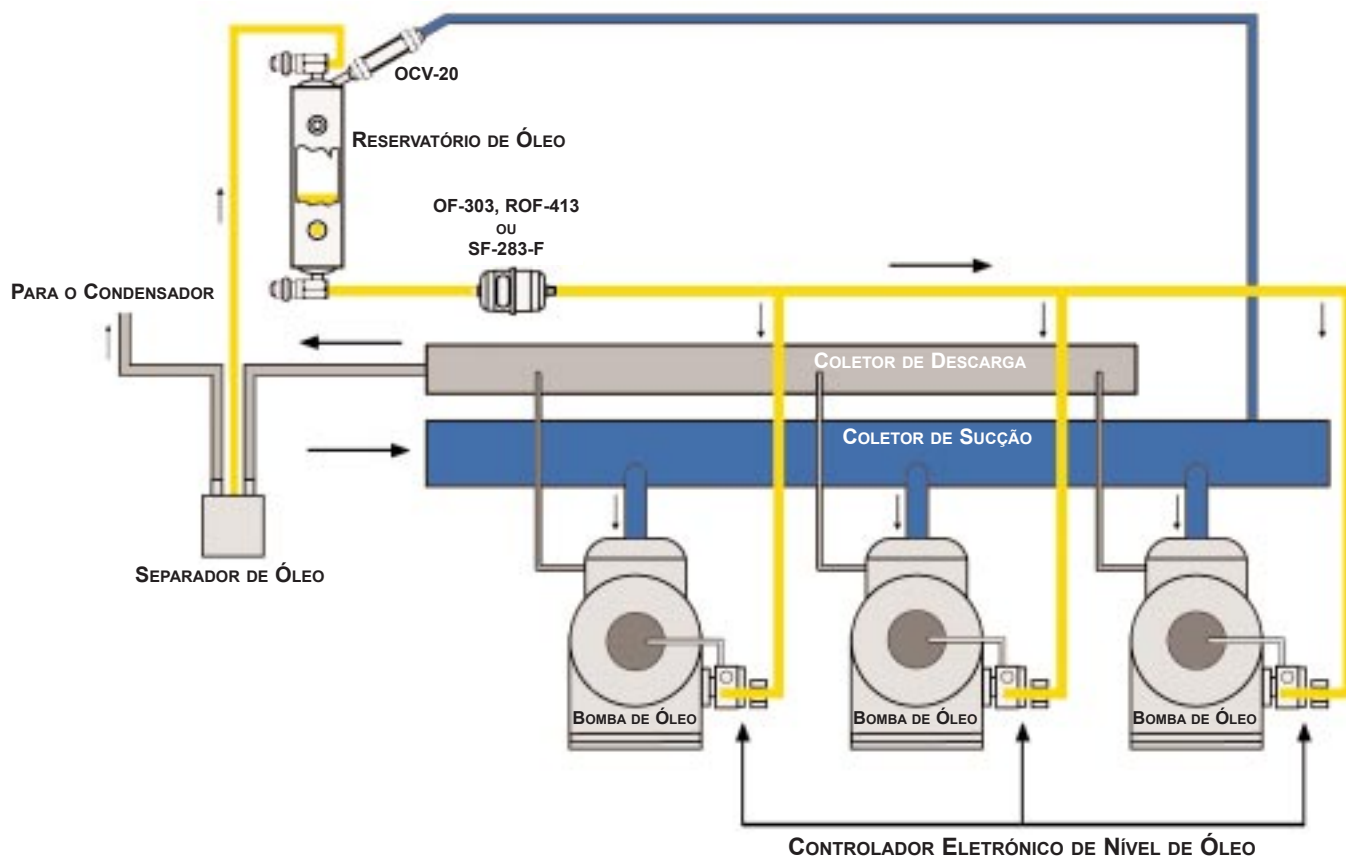
Se em um "rack" for diagnosticado como tendo um compressor "bombeador" e o problema for

corrigido esteja preparado para drenar uma quantidade substancial de óleo do sistema durante alguns dias de operação.

NOTA : Um compressor com válvulas de descarga danificadas ou operando à temperaturas de descarga mais altas que as temperaturas definidas em projeto vai acelerar o processo de desgaste dos anéis. Isto pode provocar a pressurização do carter em questão de horas.

O componente mais caro de um sistema de refrigeração individualmente é o compressor. Portanto mantendo-se níveis adequados de óleo no carter dos compressores você estará adicionando mais tempo de vida ao compressor e reduzindo seus custos operacionais.

Informações adicionais sobre controle de óleo em sistemas de refrigeração podem ser obtidos nos boletins da Sporlan Valve Company 110-10, 110-20 e 110-30.



ACAL

SUA FONTE DE COMPONENTES DE QUALIDADE

SPORLAN VALVE COMPANY
 206 LANGE DRIVE • WASHINGTON, MD 63090
 636-239-1111 • FAX 636-239-9130