

Seleção de Lubrificantes PAG para Compressores Rotativos à Parafusos

Fluidos à base de **polialquilenoglicol (PAG)** são utilizados como lubrificantes para compressores rotativos à parafusos desde 1985. Originalmente patenteados em 1981 e adotados como carga inicial (factory fill) para as marcas Ingersoll Rand / Sullair que continuaram a promover os benefícios e o valor dessa química por mais de três décadas.

Ao longo de todos esses anos, o uso de PAG ainda é comum graças aos diversos benefícios que sua química oferece, incluindo:

- A estrutura molecular dos fluidos base PAG resulta na incapacidade de formar subprodutos insolúveis, o que significa que são quimicamente incapazes de criar verniz, borra ou depósitos de carbono.
- Os PAGs são extremamente eficientes em suas capacidades de resfriamento, permitindo temperaturas operacionais em condições ambientais extremas, com cerca de 10% maior condutividade térmica do que os PAOs e excelente transferência de calor.
- Com pressões mais elevadas no sistema, os pontos de fulgor dos lubrificantes diminuem. O ponto de fulgor naturalmente mais alto dos PAGs proporciona um maior grau de segurança e reduz a degradação térmica quando comparado aos PAOs, ésteres e outros sintéticos.
- Com uma taxa de arraste de lubrificante reduzida, chegando a até 2 ppm, o uso de PAGs requer menos reposição de fluido do que PAOs ou outros hidrocarbonetos sintéticos. Isso também resulta em menor arraste do lubrificante para fora do compressor.

Química do PAG (VERDADEIRO)

A química PAG utilizada pelos Fabricantes de Equipamentos Originais (OEMs) é uma mistura de PAG com um éster polioli (POE). O benefício da inclusão do POE na formulação é duplo. Os POEs proporcionam melhor condicionamento de vedação em uma ampla gama de elastômeros, ajudando a prevenir inchaço e encolhimento. Os PAGs também são conhecidos por apresentarem propriedades limitadas de molhabilidade metálica, e a inclusão de POE ajuda a mitigar essa característica. Como resultado, os POEs melhoram o desempenho dos inibidores de corrosão do bário, permitindo que revistam as superfícies metálicas internas do sistema.

A composição dos componentes (mostrada à direita) é documentada na FISPQ (SDS) de cada OEM para seus respectivos produtos. Embora as faixas gerais de concentração possam variar ligeiramente, como forma de proteger a fórmula proprietária, as famílias de componentes são as mesmas.

Ingersoll Rand Ultra Coolant

Nome	Concentração	% em Peso
Propilenoglicol	60-70%	60-70%
Éster de Pentaeritritol	25-30%	25-30%
Aminas Aromáticas	4-6%	4-6%
Aditivos	<1%	<1%

Sullair Sullube

Nome	Concentração	% em Peso
Propilenoglicol	65-75%	65-75%
Éster de Pentaeritritol	22-27%	22-27%
Difenilamina Alquilada	4-6%	4-6%
Sulfonato de Bário	<0,3%	<0,3%

Variações de Química no Aftermarket

As variações de lubrificantes PAG no mercado de reposição podem variar significativamente, e deve-se ter cautela para garantir que a composição química do lubrificante atenda tanto às expectativas do distribuidor quanto do usuário final.

- Misturas de PAG (PAG Blends)** – As misturas de PAG contêm polialquilenoglicol, porém a quantidade utilizada na formulação pode variar amplamente, de apenas 10% até mais de 70%. Além disso, o custo mais elevado do éster de pentaeritritol na formulação leva muitos fabricantes a utilizarem diésteres como substituto.
- Substitutos de PAG (PAG Replacements)** – Os substitutos de PAG não contêm polialquilenoglicol; em vez disso, incluem misturas de diéster com hidrocarbonetos sintéticos. O diéster permite compatibilidade adequada com os PAGs verdadeiros, porém apresenta miscibilidade e solubilidade limitadas com esses fluidos.

A presença de diésteres em misturas de PAG do mercado de reposição e em substitutos de PAG pode trazer consequências adversas ao desempenho durante a operação. Os diésteres degradam-se na presença de água (encontrada nos compressores na forma de condensado), formando álcool e ácido. Análises de depósitos de borra de compressores provenientes desses tipos de fluidos demonstraram incluir sais metálicos desses ácidos, que tendem a obstruir separadores e filtros de óleo. Também podem resultar no revestimento dos resfriadores de óleo, impactando sua eficiência. Essas formulações alternativas também costumam apresentar maior taxa de arraste de lubrificante, acima de 5 ppm, comparado aos 2 ppm dos PAGs verdadeiros.

Os PAGs verdadeiros são projetados para ter uma vida operacional de 8.000 horas a 215°F (aprox. 102°C), enquanto as químicas do mercado de reposição (misturas de PAG e substitutos de PAG) são comumente classificadas por seus fabricantes para 8.000 horas de operação a 200°F (aprox. 93°C). Isso permitiria apenas aproximadamente 5.000 horas de operação a uma temperatura equivalente de 215°F.

Comparação de Lubrificantes

“O Sullair Sullube, o Ingersoll Rand Ultra Coolant e a série SA Performance SAP 8000 possuem a mesma formulação química.”

Propriedades	Método de Teste	Sullair Sullube	SAP 8000-32	Ultra Coolant IR	SAP 8000-46
Tipo de Fluido Base	–	PAG/POE	PAG/POE	PAG/POE	PAG/POE
Cor	–	Verde	Verde	Natural	Natural
pH Inicial	–	8 – 10	8 – 10	8 – 10	8 – 10
TAN (mgKOH/g)	ASTM D664	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Densidade @ 15°C	ASTM D1298	0,989	0,987	0,987	0,99
Viscosidade @ 40°C (cSt)	ASTM D445	37,2	36,9	46,8	48,1
Viscosidade @ 100°C (cSt)	ASTM D445	7,05	7,04	8,49	8,73
Índice de Viscosidade	ASTM D2270	153	154	159	161
Ponto de Fulgor °C (°F)	ASTM D92	253 (486)	257 (495)	271 (520)	270 (519)
Ponto de Fluidez °C (°F)	ASTM D97	-45 (-49)	-45 (-49)	-55 (-67)	-56 (-68)
Corrosão em Lâmina de Cobre	ASTM D130	1b	1b	1a	1a
Tendência à Espuma (Seq. I, II, III)	ASTM D892	0/0, 0/0, 0/0	0/0, 0/0, 0/0	0/0, 0/0, 0/0	0/0, 0/0, 0/0

Conclusão | A série SAP 8000 é a única química verdadeira PAG disponível atualmente no mercado de reposição.
Com formulação química idêntica à do Sullair Sullube e do Ingersoll Rand Ultra Coolant, a SAP 8000 utiliza a mesma base de polialquilenoglicol/éster de pentaeritritol, combinada com um pacote de aditivos proprietário, incluindo inibidor de corrosão à base de bário, formulada pelo mesmo químico que desenvolveu os fluidos atualmente utilizados pela Sullair e pela Ingersoll Rand, a SAP 8000 é uma excelente alternativa para distribuidores que desejam fornecer fluidos para o mercado de reposição aos seus clientes sem comprometer a qualidade do lubrificante.