

FLUORQUÍMICOS

Agente de Expansão Forane[®] FBA 1233zd Perfil Técnico



INTRODUÇÃO

A energia é um fator crítico para a economia. Nos últimos anos, com o aumento do custo da energia, há uma preocupação maior com a eficiência energética e seus padrões se tornaram mais rigorosos para assegurar a qualidade de vida e um ambiente sustentável.

Da energia que consumimos hoje, uma significativa quantidade é perdida devido ao mau isolamento. Espumas rígidas, incluindo espumas de poliuretano (PUR) e poli isocianurato (PIR), são frequentemente usadas para o isolamento térmico em aparelhos e edifícios residenciais e comerciais, porque eles ajudam a proporcionar uma maior eficiência energética. Os agentes de expansão são componentes vitais e são responsáveis pelo excelente desempenho térmico de espumas rígidas.

Forane® FBA 1233zd da Arkema, trans-1-cloro-3,3,3-trifluorpropeno é um agente de expansão não-inflamável, líquido com um ponto de ebulição perto de temperatura ambiente. Forane® FBA 1233zd possui baixo potencial de aquecimento global (GWP) e foi projetado para a maioria das aplicações de poliuretano, incluindo eletrodomésticos, pour-in-place, spray, e boardstock PIR. A Arkema concedeu patentes sobre o uso de 1233zd em aplicações de espuma no mundo todo.

PROPRIEDADES

Arkema avaliou uma série de novos agentes de expansões, anteriormente conhecida como a "série AFA", concebido para as aplicações de poliuretano (PUR), incluindo eletrodomésticos, pour-in-place (PIP), spray, e poliisocianurato (PIR) boardstock. A série inclui tanto líquido quanto gasoso AFA que possuem baixo GWP e potencial de destruição do ozono (ODP) negligenciável. A Arkema selecionou o Forane® FBA 1233zd como de produto da 4ª geração devido ao agente de expansão ser um líquido com baixo GWP, ODP zero e suas propriedades toxicológicas, resumidas nas Tabela 1.

TABELA 1 Propriedades do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd

| | |
|---|--|
| Nome Químico | <i>Trans-1-cloro-3,3,3-trifluorpropeno</i> |
| Número CAS | 102687-65-0 |
| Fórmula | CHCl=CHCF ₃ (E) |
| Peso Molecular (g/mol) | 130,5 |
| Ponto de Ebulição (°C) | 18,6 |
| Condutividade Térmica do Vapor ¹ (mW/m.K) à 20°C | 9,94 |
| Condutividade Térmica do Líquido ¹ (mW/m.K) à 20°C | 88,35 |
| Densidade do Vapor ¹ (kg/m ³) à 20°C | 6,10 |
| Densidade do Líquido ¹ (kg/m ³) à 20°C | 1,27 |
| Pressão do Vapor ¹ (mmHg) à 20°C | 809 |
| Viscosidade do Vapor ¹ (cP) à 20°C | 0,010 |
| Viscosidade do Líquido (cP) à 20°C | 0,319 |
| Tensão Superficial ¹ (dyne/cm) à 20°C | 14,039 |
| Calor Latente de Vaporização ¹ à 20°C (kJ/kg) | 193,3 |
| Vida Atmosférica ² (dia) | 26 |
| GWP ² | 1 |
| ODP ³ | ~0 |
| Ponto de Fulgor (°C) | Nenhum |
| Limite de Flamabilidade (vol.%) LFL/UFL | Nenhum/Nenhum |
| Kauri-Butanol (KB) Valor | 27 |

TRANSPORTE

Baseado nas propriedades do agente de expansão Forane® FBA 1233zd, a Arkema estabeleceu as seguintes instruções para transporte (tabela 2).

TABELA 2 Informações para transporte do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd

| | |
|-------------------|--|
| Número ONU | 3163 |
| Nome para Envio | Gás liquefeito, n.o.s |
| Nome Técnico | <i>Trans-1-cloro-3,3,3-trifluorpropeno</i> |
| Classe | 2.2 |
| Poluente Marítimo | Não |

MEIO AMBIENTE

O agente de expansão Forane® FBA 1233zd foi desenhado para atender as especificações da 4ª geração de produtos que possuem baixo GWP. O potencial de aquecimento global² do Forane® FBA 1233zd é igual a 1. Similar aos hidrofluorcarbonetos (HFCs), Forane® FBA 1233zd não pode ser considerado uma molécula VOC devido ao seu baixo valor de (MIR) máxima reatividade incremental. No entanto, como um membro do Responsible Care®, a Arkema tem o objetivo de minimizar quaisquer emissões para o ambiente, devido a isso, quaisquer disposição ou tratamento de resíduos contendo agente de expansão Forane® FBA 1233zd devem ser realizados nas diretrizes estabelecidas pela Responsible Care®.

TOXIDADE

O agente de expansão Forane® FBA 1233zd foi aprovado para o uso em espuma de poliuretano pela U.S. EPA no âmbito do seu programa SNAP. Como parte dos requisitos SNAP, um Limite de Exposição Ocupacional (OEL) foi estabelecido para manusear o material durante a fabricação da espuma. O usuário de um produto químico deve sempre ler o rótulo e rever completamente a Ficha de Segurança do produto antes de usá-lo.

ESTABILIDADE

O Forane® FBA 1233zd foi estudado durante 15 dias em um ambiente com temperatura a 100 °C para a observação de sua degradação e reação química. É, portanto, considerado estável para armazenamento e uso.

COMPATIBILIDADE COM METAIS

A exposição de vários metais ao agente de expansão Forane® FBA 1233zd foi avaliado; a medição da alteração do peso ou a extensão da dissolução das amostras metálicas, determina a corrosividade do agente de expansão Forane® FBA 1233zd. O estudo mostra que o agente de expansão Forane® FBA 1233zd é compatível com aço inoxidável, aço carbono, cobre, latão, alumínio e outros metais comuns usados em equipamentos e armazenagem de poliuretanos. Resultados são demonstrados na Tabela 3.

O procedimento de teste seguiu ASTM G31-72 - Prática padrão para teste de corrosão por imersão em laboratório de metais. Três amostras do metal limpo foram colocadas.

Do metal limpo foram colocadas no recipiente de ensaio: um submerso na solução, um meio submerso na solução, e um exposto apenas à fase de vapor. O agente de expansão Forane® FBA 1233zd foi adicionado ao recipiente de teste, o qual foi então selado e ligado ao condensador de refluxo. Uma vez que a temperatura atingiu o ponto de ebulição do agente de expansão Forane® FBA 1233zd, o ensaio continua durante 168 horas, após este tempo as amostras foram analisadas quanto à corrosão.

| TABELA 3 | |
|---|-----------------|
| Metais Compatíveis ao Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd | |
| METAL | COMPATIBILIDADE |
| Aço | ✓ |
| Aço Inoxidável | ✓ |
| Magnésio | ✓ |
| Alumínio | ✓ |
| Zinco | ✓ |
| Prata | ✓ |
| Cobre | ✓ |
| Bronze Fosfórico | ✓ |
| Latão | ✓ |
| Estanho | ✓ |
| Chumbo | ✓ |
| Cadmio | ✓ |
| Níquel | ✓ |
| Alliage au nickel | ✓ |

COMPATIBILIDADE COM PLÁSTICOS E ELASTÔMEROS

A Arkema realizou os seguinte procedimento para determinar a compatibilidade do agente de expansão Forane® FBA 1233zd com plásticos e elastômeros. Separamos três amostras de cada material mencionado na Tabela 4 e 5; com dimensões típicas, as amostras eram de 75mm x 4mm x 2mm (largura altura x espessura). Cada amostra foi introduzido a um teste em um tubo com o agente de expansão Forane® FBA 1233zd. O tubo foi selado e colocado em uma banho-maria para permanecer a uma temperatura ligeiramente acima do ponto de ebulição do agente de expansão Forane® FBA 1233zd durante 5 min, 24hrs e 100 hrs. No final de cada período de tempo designado, a amostra foi removida do tubo de ensaio e a medida das suas dimensões e peso foram analisadas. A amostra foi submetida a um ensaio de tração com velocidade de 50 mm/min e a distância entre os fixadores foi de 30 mm.

| TABELA 4 | |
|---|-----------------|
| Compatibilidade de Plástico com o Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd | |
| PLÁSTICOS | COMPATIBILIDADE |
| PBT (tereftalato de polibutileno) | ✓ |
| PTFE (politetrafluoretileno) | ✓ |
| PVC | ✓ |
| Zytel® (poliamida 6) | ✓ |

Todos os substratos plásticos testados são compatíveis com o agente de expansão Forane® FBA 1233zd.

| TABELA 5 | |
|--|-----------------|
| Compatibilidade de Elastômeros com o Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd | |
| ELASTÔMERO | COMPATIBILIDADE |
| Neopreme | ✓ |
| Poliacrilato | |
| Viton (Fluorelastomero) | |
| EPDM (etileno propileno dieno M-class borracha) | ✓ |
| Hypalon (clorosulfonado polietileno) | ✓ |
| Borracha Natural | |
| Borracha Silicone | |
| SBR (borracha estireno-butadieno) | ✓ |
| NBR (borracha nitrilo butadieno) | ✓ |

O agente de expansão HFO 1233zd é compatível com neopreme, EPDM, Hypalon, SBR e NPR. Não é recomendado contato com poliacrilato, Vitron, borracha natural e silicone. Entre os elastômeros compatíveis, é preferível o uso de EPDM devido ao sua menor perda de massa depois de 100 horas de imersão no agente de expansão Forane® FBA 1233zd.

ARMAZENAGEM E MANUSEIO

O agente de expansão Forane® FBA 1233zd deve ser armazenado somente em cilindros apropriados para o produto e eles devem ser mantidos em uma área fresca e bem ventilada. Se o Forane® FBA 1233zd precisar ser armazenado em uma embalagem diferente da original, o departamento de serviços técnicos da Arkema deve ser acionado antes da transferência para assegurar que a nova embalagem possui os requisitos necessários de armazenagem do produto. O cilindro e sua válvula devem ficar protegidos fisicamente para evitar danos físicos, como perfurações. Nunca deixe o produto ser exposto a chamas, calor ou luz solar direta. A válvula do cilindro deve estar sempre fechada se o mesmo não estiver em uso.

O agente de expansão Forane® FBA 1233zd não deve ser pressurizado na presença de oxigênio. Se a pressurização for necessária, recomenda-se o uso de nitrogênio seco. Se for necessária alguma informação adicional, entre em contato com o Serviço Técnico da Arkema.

| TABELA 6 | | |
|--|------|---------|
| Pressão de Vapor do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd em diferentes temperaturas | | |
| TEMPERATURA | | PRESSÃO |
| (°C) | (°F) | (bar) |
| -15 | 5 | 0,23 |
| -10 | 14 | 0,30 |
| -5 | 23 | 0,38 |
| 0 | 32 | 0,48 |
| 5 | 41 | 0,59 |
| 10 | 50 | 0,73 |
| 15 | 59 | 0,89 |
| 20 | 68 | 1,08 |
| 25 | 77 | 1,30 |
| 30 | 86 | 1,55 |
| 35 | 95 | 1,83 |
| 40 | 104 | 2,16 |
| 45 | 113 | 2,53 |
| 50 | 122 | 2,94 |
| 55 | 131 | 3,40 |
| 60 | 140 | 3,92 |
| 65 | 149 | 4,50 |
| 70 | 158 | 5,13 |

| TABELA 7 | | |
|---|------|-------------|
| Densidade do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd em Diferentes Temperaturas | | |
| TEMPERATURA | | DENSIDADE |
| (°C) | (°F) | (grama/cm³) |
| -15 | 5 | 1,35 |
| -10 | 14 | 1,34 |
| -5 | 23 | 1,33 |
| 0 | 32 | 1,32 |
| 5 | 41 | 1,31 |
| 10 | 50 | 1,30 |
| 15 | 59 | 1,28 |
| 20 | 68 | 1,27 |
| 25 | 77 | 1,26 |
| 30 | 86 | 1,25 |
| 35 | 95 | 1,24 |
| 40 | 104 | 1,22 |
| 45 | 113 | 1,21 |
| 50 | 122 | 1,20 |
| 55 | 131 | 1,18 |
| 60 | 140 | 1,17 |
| 65 | 149 | 1,16 |
| 70 | 158 | 1,14 |

FIGURA 1 Temperatura (°F/°C) vs Pressão de Vapor do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd

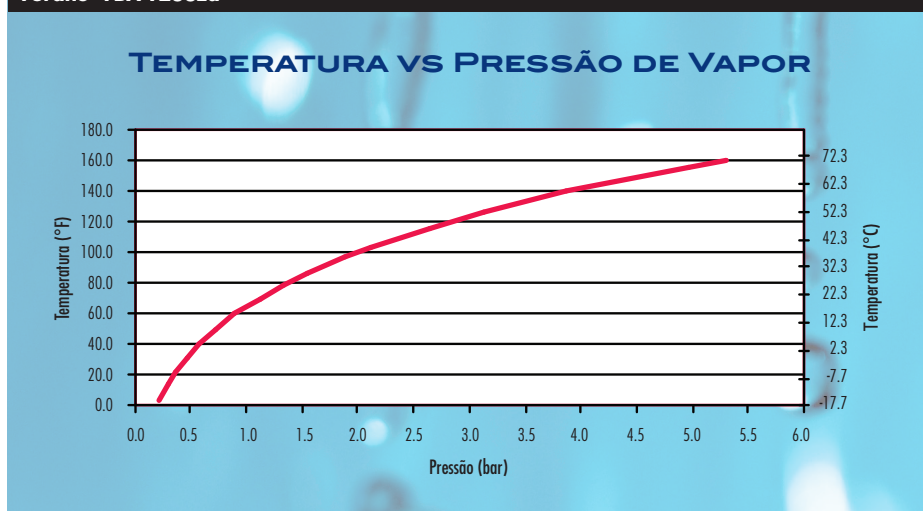
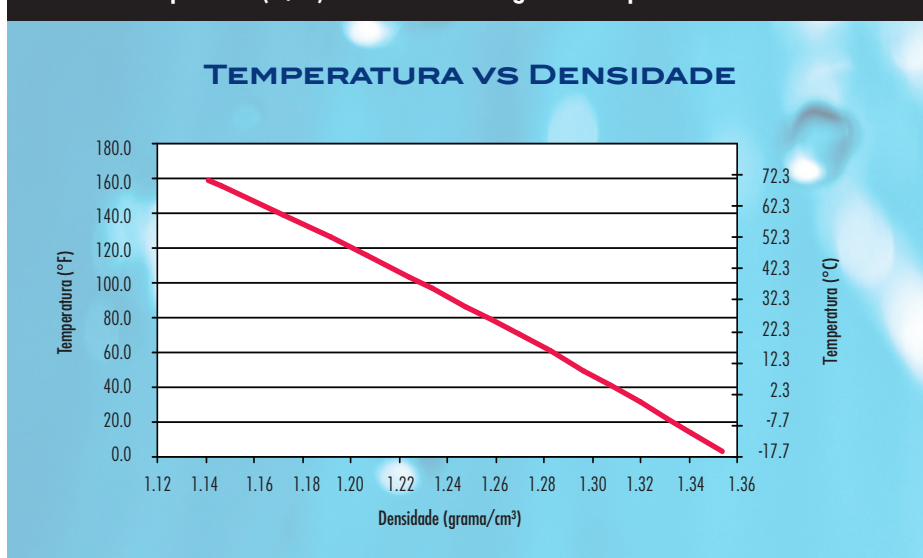


FIGURA 2 Temperatura (°F/°C) vs Densidade do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd



APLICAÇÃO

O agente de expansão Forane® FBA 1233zd é uma solução econômica e abrangente para atender as especificações de energia com baixo impacto ambiental. Foi testado em aplicações tais como, mas não limitado a, eletrodomésticos, pour-in-place, painéis e em spray de espuma usando o equipamento e ferramenta existentes, não necessita de modificações no processo de espuma atual. Espumas sopradas com o agente de expansão Forane® FBA 1233zd possui tipicamente um isolamento muito bom e outras propriedades

MISCIBILIDADE

A tabela 8 lista os diferentes Polióis e Isocianatos que foram examinados com o agente expansivo Forane® FBA 1233zd quanto à miscibilidade. Misturas eram preparadas adicionando um peso predeterminado de poliol em um frasco de 125ml (~ 4 oz.) com um tampão. O agente de expansão Forane® FBA 1233zd foi então adicionado ao peso apropriado de poliol para obter 5, 10, 15, 20, 25 ou 30 peso por cento do agente de expansão, isto é, uma garrafa para cada poliol e percentagem em peso do agente de expansão. Pesos de ambos os componentes foram ajustados para manter um volume e espaço livre em cada garrafa. As garrafas foram imediatamente tapadas e colocados em um misturador durante vários minutos. As misturas então ficaram paradas por 24 horas antes de serem novamente pesadas, assegurando que nenhuma parte do agente de expansão fosse perdida. Observações visuais foram feitas na condição de mistura, isto é, estável, solução límpida, emulsão estável (turva, não separada), ou se o material apresentou sinais de separação. As observações foram repetidas após uma semana à temperatura ambiente.

TABELA 8 Miscibilidade do Agente de Expansão Forane® FBA 1233zd em Polióis e Isocianatos

| | Valor OH* | Viscosidade** | Máximo wt%*** |
|--|--------------|---------------|---------------|
| Poliol polieter à base de Glicerina | | | |
| GP-700 Glycerine/Propylene Oxide 700 MW | 230-250 | 250 | 30 |
| GP-725 Glycerine/PO 700 MW with 25% Ethylene Oxide (or EO) cap | 230-250 | 250 | 30 |
| GP-4000 Glycerine/PO 4000 MW | 39-42 | 700 | 30 |
| GP-4520 Glycerine/PO 4500 MW with 20% EO cap | 34-38 | 890 | 30 |
| Poliol Polieter à base de Amina | | | |
| TEAP-265 Triethanol Amine/PO 265 MW | 625-645 | 470 | 30 |
| EDAP-770 Ethylene Diamine/PO 290 MW | 757-783 | 56,000 | 30 |
| AD-310 Aromatic Amine/DEG 580 MW | 310 | 2400 | 30 |
| Poliol Polieter à base de Sucrose | | | |
| SG-360 Sucrose/Glycerine 730 MW | 360 | 3500 | 30 |
| SD-361 Sucrose/DEG 690 MW | 360 | 2500 | 30 |
| SG-522 Sucrose/Glycerine 539 MW | 520 | 27,000 | 30 |
| 490 Sucrose/Glycerine 460 MW | 490 | 5500 | 30 |
| SPA-357 Sucrose/Diethanol Amine/PO 880 MW | 335-365 | 2500 | 30 |
| Poliol Polieter à base de Mannich | | | |
| R-425X 422 MW | 425 | 4500 | 30 |
| R-470X 394 MW | 470 | 8200 | 30 |
| Poliol Poliester à base de Sorbitol | | | |
| S-490 Sorbitol/PO 700 MW | 490 | 9000 | 30 |
| Poliol Poliester Aromático | | | |
| 5100 Functionality 2.2 | 295 | 6000 | 20 |
| 2541 Functionality 2.0 | 240 | 3200 | 30 |
| 3510 Functionality 2.0 | 240 | 6000 | 30 |
| PS-2352 Functionality 2.0 | 240 | 3000 | 20 |
| TR-925 Functionality 2.4 | 295-315 | 11,000 | 30 |
| MDI Polemérico | | | |
| | % NCO | | |
| 150 - 200 cps polymeric MDI | 31.2 | 190 | 30 |
| 700 cps polymeric MDI | 30.8 | 700 | 30 |

* De acordo com a literatura do fabricante

** Centipoise a 25°C de acordo com a literatura do fabricante

*** Máximo nível testado

Referências:

- Estudos Internos da Arkema
- Phys. Chem. Chem. Phys., 2012, 14, 1735–1748, Atmospheric chemistry of $\text{t-CF}_3\text{CH}=\text{CHCl}$: products and mechanisms of the gas-phase reactions with chlorine atoms and hydroxyl radicals; M. P. Sulbaek Andersen, O. J. Nielsen, M. D. Hurley and T. J. Wallington
- Atmospheric Lifetime Determination for the Hydrochlorofluoroolefin Research work by National Institute of Science and Technology (NIST), Gaithersburg, Maryland under CRADA CN-5094 in 2008

- Estudos Internos da Arkema, determinados pela ASTM D3278-96
- Estudos Internos da Arkema, determinados pela ASTM E681
- Estudos Internos da Arkema, determinados pela ASTM D1133 KB

Legenda Trademark

Tegostab® é uma trademark registrada Evonik Goldschmidt GmbH

Hypalon® é uma trademark registrada DuPont Performance Elastomers LLC

Zytel® & Viton® é uma trademark registrada E.I. DuPont De Nemours and Co

Acredita-se que as afirmações, informações técnicas e recomendações apresentadas neste documento sejam verdadeiras a partir desta data. Como as condições e métodos de uso do produto e das informações ora mencionadas estão além de nosso controle, a ARKEMA se isenta de qualquer responsabilidade quanto aos resultados obtidos ou oriundos do uso do produto ou da confiança nas informações em questão. NÃO HÁ NENHUMA GARANTIA DE ADEQUABILIDADE PARA NENHUM PROPÓSITO ESPECÍFICO, TAMPOUCO GARANTIA DE COMERCIALIZABILIDADE OU QUALQUER OUTRA GARANTIA, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, COM RELAÇÃO AOS PRODUTOS DESCRITOS OU ÀS INFORMAÇÕES FORNECIDAS NESTE DOCUMENTO. As informações ora fornecidas se relacionam apenas ao produto específico designado e podem não ser aplicáveis quando tal produto for utilizado em combinação com outros materiais ou em qualquer processo. O usuário deve testar cuidadosamente cada aplicação antes da comercialização. Nada neste documento constitui autorização para atuação de acordo com nenhuma patente e nada deve ser interpretado como incentivo para violação de nenhuma patente. O usuário é aconselhado a tomar as medidas apropriadas para garantir que todos os usos propostos do produto não violem nenhuma patente. Consulte a Ficha de Dados de Segurança do Material para Informações sobre Saúde e Segurança.

Forane® é uma trademark registrada pela Arkema
© 2018 Arkema Inc. All rights reserved

forane.com

Arkema Química Ltda
Av. Ibirapuera, 2033, 4º andar, bairro Moema
CEP 04029-901 São Paulo - SP - Brasil
Tel.: +55 11 2148 85 70
Fax : +55 11 5051 47 80
contato.brasil@arkema.com

ARKEMA
INNOVATIVE CHEMISTRY

Headquarters: Arkema France
420, rue d'Estienne d'Orves
92705 Colombes Cedex - France
Tel.: +33 1 49 00 80 80
Fax: +33 1 49 00 83 96
arkema.com