# Sistemas de Engaxetamento de Válvulas industriais com Gaxetas de Baixa Emissão Fugitiva

**Objetivo**
Êste procedimento define os critérios para atender às condições de baixa emissão fugitiva nas gaxetas de válvulas industriais de bloqueio, regulagem e de controle e ainda de equipamentos que usam sistema e gaxetas em passagens de eixos, tipo sopradores de fuligem.

**Definições**
Baixa emissão fugitiva é o nível de concentração, de poluente atmosférico volátil ("VHAP – Volatili Hazardous Air Pollutants"), medido a uma distância de 100 mm da fonte de possível vazamento, sendo máximo de 500 ppm, em qualquer direção.

Essa medição é feita com detectores especiais, tipo analisadores, de acordo com os requisitos do teste EPA (Environmental Protection Agency) Method 21.

**Substâncias e concentrações perigosas**
O **ANEXO II** relaciona os poluentes voláteis nocivos do ar VHAP que devem ser controlados e mantidos em "baixa emissão".
Sempre que o produto processado ou armazenado contenha um teor de poluente do ar, tipo VHAP, maior ou igual a 5% em peso, por tempo acima de 300h, em um ano, a instalação deve ser caracterizada como de "baixa emissão fugitiva" e se aplicam as condições a seguir.

**Premissas**
1- Engaxetamento com gaxetas (3 a 5 anéis) de grafite flexível com reforço de fios de Inconel, em todas as válvulas, quer montadas na vertical ou na horizontal.

2- Em função da comprovada corrosão galvânica gerada pela presença de grafite nos sistemas de engaxetamento é fundamental a utilização de inibidores passivos de corrosão, para evitar "pittings" e corrosão na haste e na própria caixa de gaxetas nas gaxetas de grafite.

3- Em função da lei brasileira de controle de emissão deve ser requerido certificado de aprovação no teste da selagem conforme EPA Method 21 com controle de emissão abaixo de 500ppm, por um prazo mínimo de 6 anos de operação.
O aparelho a utilizar deve ser o "organic vapor analyser OVA-108, range 1 – 10 000 ppm".

4- Em função da segurança deve ser exigido certificado de aprovação no teste de resistência à exposição ao fogo conforme as normas API-589 e API-607.

5- Requer-se o aperto controlado dos flanges do castelo e do preme-gaxetas, devendo o fabricante informar os valores dos respectivos torques.

6- Utilizar um sistema de carga constante no preme gaxeta ou sobreposta, tipo molas-prato, para prover um aperto constante sobre as gaxetas a vedação durante a operação, nas válvulas críticas do tipo:
- a- Válvulas de controle;
- b- Válvulas críticas de isolamento de Unidade;
- c- Válvulas com alta frequência de operação;
- d- Válvulas operando com ciclos de variação de temperatura e/ou choque térmico;
- e- Válvulas em linhas de escoamento bifásico, máquinas alternativas e com vibração.

7- Válvulas com atuador devem ter engaxetamento especial, em que o ajuste não seja pelo método convencional do aperto das gaxetas, pois isso gera o aumento do torque e consome a folga da potência do atuador.

**Construção das gaxetas**

O sistema de engaxetamento de haste de válvula que assegure vedação baixa emissão fugitiva (<500 ppm) de hidrocarbonetos e outros fluidos perigosos ou tóxicos, deve ter as seguintes características:

a- Autolubrificante,
b- Não endurecível e dimensionalmente estável,
c- Não permeável para gases e líquidos,
d- Não provocar a corrosão galvânica da haste ou da caixa de gaxetas da válvula,
e- Ser à prova de fogos ("fire safe material") conforme norma de teste API-589.

O material que atende aos requisitos acima é o grafite flexível de alta pureza (≥ 99% Carbono) sem aglomerante ou ligante, pois:

a- O grafite tende a preencher os riscos e irregularidades na superfície da haste;
b- O grafite age como lubrificante, reduzindo o atrito e assim dispensando grande esforço para fechamento da válvula, que é o responsável pelo trincamento do revestimento endurecedor de "stellite" das sedes das válvulas;
c- O grafite dissipa o calor local gerado na operação da válvula.
d- O grafite é um material muito frágil, mas quando expandido pode ser moldado em forma de anel;
e- O grafite utilizado nas gaxetas não perde nem massa, nem volume, durante a operação.

Estas gaxetas são instaladas com aperto na sobreposta correspondente à redução de 25% a 30% da altura total das gaxetas instaladas.

A especificação que atende aos requisitos é:

a- Gaxeta de grafite (pureza acima de 99%C) expandido, trançada, flexível, sem amianto, seção quadrada, com reforço de fio de Inconel, de alta resistência, isenta de qualquer ligante ou aglomerante, com certificado de teste de incêndio, conforme norma API-589, e de baixa emissão, conforme EPA Method 21, emitidos por laboratórios de reconhecimento internacional.
b- Os anéis de gaxeta trançada devem se montados observando-se as emendas defasadas de 90º, e a cada dois anéis deve se dado um pré-aperto.
c- O aperto final sobre as gaxetas instaladas deve corresponder a 4000 a 5000 psi de compressão.
d- A gaxeta deve ter um filamento de Inconel, condutor térmico e elétrico, que garanta reforço da trança de grafite flexível.
e- Não é necessário instalar buchas nas extremidades do engaxetamento.
f- A característica de proteção contra a corrosão deve ser dupla, ou seja com adição inibidor de corrosão tipo Fósforo (proteção passiva) no grafite flexível e revestimento superficial com pó de Zinco (proteção ativa), que age como anodo de sacrifício.
g- A gaxeta pode ser fornecida como anéis pré-moldados ou em rolos ou bobinas, que permitem o corte para montagem no campo.

O fabricante das gaxetas deve também informar:

a- O acabamento superficial recomendado para a haste e a caixa de gaxetas;
b- Tolerâncias máximas de montagem: perpendicularidade e circularidade da haste e da caixa de gaxetas;
c- Folgas corretas de montagem entre as superfícies dos componentes:
Haste x preme-gaxeta,
Haste x bucha do castelo,
Preme-gaxeta x caixa de gaxetas,

para que não ocorra que sejam excessivas e impeçam as gaxetas preencham toda a caixa, nem muito apertadas, para não causar emperramento ou “galling”;

d- Aperto mínimo e máximo da sobreposta ou preme-gaxeta sobre o engaxetamento.

**Sistemas de carga constante (“Live load system”)**

O sistema de molas (“carga viva”) é usado em situações especiais, em que há a degradação natural das gaxetas, devido à consolidação pelo enchimento dos vazios e perda de material que pode ocorrer em operação.

Este fenômeno é problemático em serviços que requerem um desempenho mais confiável do sistema de engaxetamento:

a- Casos de grande ciclagem de operação, mais de 5000 atuações ou modulações da haste, sem previsão de re-engaxetamento;
b- Em válvulas que não devem ser re-engaxetadas;
c- Válvulas críticas para a operação da unidade;
d- Válvulas com intensos e contínuos ciclos térmicos;
e- Válvulas de acesso impossível em operação.

Ele é composto de:

a- Molas prato e arruelas planas tipo “Belleville” superpostas,
b- Guia externo das molas e arruela de assentamento;
c- Bucha de carbono anti escoreamento, no fundo da caixa de gaxetas, com resistência à compressão acima de 20,000 psi para manter o assentamento do ‘kit” de 5 anéis de gaxetas.

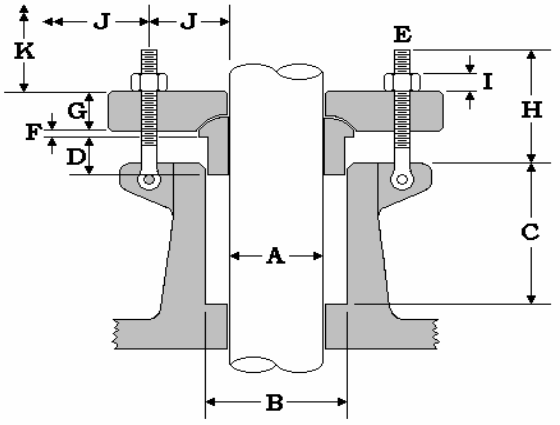
Os parafusos do preme-gaxetas devem ser mais longos, para acomodar o sistema de molas.

O fabricante deve informar o aperto das porcas do sistema de molas, as especificação e dimensões das gaxetas e dos parafusos da sobreposta, e desenhos de instalação do sistema.

O “data sheet” a ser enviados ao fornecedor do sistema de molas (live load data sheet) deve informar:

**END USER:** _____
**VALVE TAG NUMBER:** _____

| | | | |
|---|---|---|---|
| Valve Manufacturer: | _____ | Actuator Type: | _____ |
| Valve Figure Number: | _____ | System / Location: | _____ |
| Valve Size: | _____ | System Temperature: | _____ F |
| Valve Rating: | _____ | System Pressure: | _____ psi |
| Valve Type: | _____ | System Media: | _____ |




| | | | |
|---|---|---|---|
| (A) Stem Diameter: | _____ | (F) Follower Shoulder: | _____ |
| (B) Stuffing Box Bore: | _____ | (G) Gland Thickness: | _____ |
| (C) Stuffing Box Depth: | _____ | (H) Usable Stud Length: | _____ |
| (D) Gland Follower Length: | _____ | (I) Gland Nut Thickness: | _____ |
| Number Of Gland Studs: | _____ | (J) Radial Clearance: | _____ |
| (E) Gland Stud Diameter: | _____ | (K) Height Clearance: | _____ |

Data Taken By: _____

**Cálculo do aperto sobre as gaxetas**

Packing friction formula:

F = (f) (Y) (Sg) (PI) (d) (L)

F = packing stem friction load in lbs.
f = coefficient of friction between stem & packing
Y= ratio of radial to axial stress (= .5)
Sg= avg. contact stress between packing & gland (= system pressure x 1.75 safety factor)
PI = 3.1416 constant
d = stem diameter
L = packing set height

**ANEXO I Engaxetamento em função do serviço da válvula**

| Serviços de operação | Sistema de selagem | Construção da gaxeta | Uso de sistema de carga constante |
|---|---|---|---|
| **Gaxetas para Válvulas de Bloqueio em geral**<br><br>**Faixa de operação: -20°F a 1200°F e 5000 psig** | Com 5 anéis de gaxeta de cinta trançada de grafite flexível com filamento de Inconel. | Gaxeta deve consistir de cinta trançada de grafite flexível (mínimo 99% puro) e fios de Inconel. A cinta deve ser envolvida com a malha de Inconel antes de trançar. | Não |
| **Gaxetas de Válvulas em Serviços Oxidantes**<br><br>**Faixa de operação; -20°F a 400°F** | Com 5 anéis de gaxetas de cinta de PTFE resistentes à faixa de PH de 0-14, com encolhimento ao ar quente a 200ºC não superior a 5% conforme ASTM D-2259 | Anéis de gaxetas trançadas de teflon PTFE expandido trançado (100% puro) e PTFE em dispersão | Não |
| **Gaxetas para Válvulas de Bloqueio críticas de isolamento de Unidades, válvulas com alta freqüência de operação, válvulas em serviço cíclico ou de vibração ou de choque térmico.**<br>**Com sistemas de engaxetamento com anéis pré-moldados de grafite com molas de carga constante.**<br><br>**Faixa de operação -20°F a 5000°F e 3000 psig** | Sistema de gaxetas deverá ter 5 anéis.<br>a- Dois anéis de bucha trançada nas extremidades, em cima e em baixo, dev ser utilizados como anéis anti-extrusão e raspadores para lubrificar as superfícies da haste e da caixa de gaxetas.<br><br>b- Três anéis pré-formados de selagem. | a- Anéis pré-formados de gaxetas de grafite flexível (mínimo 99% puro) de densidade mínima de 1,40 g/cm³, para prevenir a compactação (redução do volume) das gaxetas em serviço.<br><br>b- Cinta trançada de grafite flexível (mínimo 99% puro). | Sim |
| **Gaxetas para Válvulas de Controle**<br>**Com sistemas de engaxetamento com anéis pré-moldados de grafite com molas de carga constante.**<br><br>**Faixa de operação: -20°F a 1050ºF e 3000 psig** | Com 5 anéis de gaxetas pré-formados. Atrito na haste não poderá exceder 325 lbs para válvulas de classe 300 e 400 lbs nas válvulas de classe 600 com hastes de 0,75” de diâmetro, no mínimo. | Anéis de vedação da haste em forma de cunha pré-formada, de anel de grafite flexível (mínimo 99% puro), consistindo de no máximo 5 anéis, com densidade mínima de 1,40 g/cm³, para prevenir a compactação (redução de volume) das gaxetas em serviço. | Sim |

**ANEXO II**
**Lista dos mais Críticos Poluentes Voláteis Nocivos ao Ar ("Volatile Hazardous Air Pollutants – VHAPs") Presentes nos Processos Industriais**

**Origem:**
**EPA – Environment Protection Agency**
**TITLE 40--Protection of Environment**
**CHAPTER I--ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY**
**SUBCHAPTER C--AIR PROGRAMS**
**Electronic Code of Federal Regulations (e-CFR)**
**E-CFR Data is current as of October 4, 2004**
**Title 40: Protection of Environment**
PART 61—NATIONAL EMISSION STANDARDS FOR HAZARDOUS AIR POLLUTANTS
Subpart A—General Provisions

The Clean Air Act refers to these pollutants as **"hazardous air pollutants"**, but they are also commonly known **as toxic air pollutants** or, simply**, air toxics**.
Toxic (also called hazardous) air pollutants are those pollutants that are known or suspected to cause or other serious health effects, such as reproductive effects or birth defects, or to cause adverse environmental effects. The degree to which a toxic air pollutant affects a person's health depends on many factors, including the quantity of pollutant the person is exposed to, the duration and frequency of exposures, the toxicity of the chemical, and the person's state of health and susceptibility.
He 1990 lean Air Act Amendments list 188 toxic air pollutants that EPA is required to control. (The list originally included 189 chemicals. Based on new scientific information, EPA removed caprolactam from the list in 1996; thus, the current list includes 188 pollutants). Examples of toxic air pollutants include benzene, which is found in gasoline; perchloroethylene, which is emitted from some dry cleaning facilities; and methylene chloride, which is used as a solvent and paint stripper by a number of industries.
Examples of other listed air toxics include dioxin, asbestos, toluene, and metals such as cadmium, mercury, chromium, and lead compounds.

*Toxic air pollutants (or Hazardous Air Pollutants, HAPs) are different from air pollutants. Air toxics are known or suspected to cause cancer or other serious heath effects, such as damage to respiratory or nervous systems. Toxic air pollutants may exist as particulate matter or as vapors (gases). Air toxics include metals, particles, and certain vapors from fuels and other sources.*

**U.S. Environmental Protection Agency**

Technology Transfer Network
Air Toxics Website
Original list of hazardous air pollutants

**The original list of hazardous air pollutants as follows:**

| CAS Number | Chemical Name |
|---|---|
| 75070 | Acetaldehyde |
| 60355 | Acetamide |
| 75058 | Acetonitrile |
| 98862 | Acetophenone |
| 53963 | 2-Acetylaminofluorene |

| | |
|---|---|
| 107028 | Acrolein |
| 79061 | Acrylamide |
| 79107 | Acrylic acid |
| 107131 | Acrylonitrile |
| 107051 | Allyl chloride |
| 92671 | 4-Aminobiphenyl |
| 62533 | Aniline |
| 90040 | o-Anisidine |
| 1332214 | Asbestos |
| **71432** | **Benzene (including benzene from gasoline)** |
| 92875 | Benzidine |
| 98077 | Benzotrichloride |
| 100447 | Benzyl chloride |
| 92524 | Biphenyl |
| 117817 | Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) |
| 542881 | Bis(chloromethyl)ether |
| 75252 | Bromoform |
| 106990 | 1,3-Butadiene |
| 156627 | Calcium cyanamide |
| 105602 | Caprolactam(See Modification) |
| 133062 | Captan |
| 63252 | Carbaryl |
| 75150 | Carbon disulfide |
| 56235 | Carbon tetrachloride |
| 463581 | Carbonyl sulfide |
| 120809 | Catechol |
| 133904 | Chloramben |
| 57749 | Chlordane |
| 7782505 | Chlorine |
| 79118 | Chloroacetic acid |
| 532274 | 2-Chloroacetophenone |
| 108907 | Chlorobenzene |
| 510156 | Chlorobenzilate |
| 67663 | Chloroform |
| 107302 | Chloromethyl methyl ether |
| 126998 | Chloroprene |
| 1319773 | Cresols/Cresylic acid (isomers and mixture) |
| 95487 | o-Cresol |
| 108394 | m-Cresol |
| 106445 | p-Cresol |
| 98828 | Cumene |
| 94757 | 2,4-D, salts and esters |

| | |
|---|---|
| 3547044 | DDE |
| 334883 | Diazomethane |
| 132649 | Dibenzofurans |
| 96128 | 1,2-Dibromo-3-chloropropane |
| 84742 | Dibutylphthalate |
| 106467 | 1,4-Dichlorobenzene(p) |
| 91941 | 3,3-Dichlorobenzidene |
| 111444 | Dichloroethyl ether (Bis(2-chloroethyl)ether) |
| 542756 | 1,3-Dichloropropene |
| 62737 | Dichlorvos |
| 111422 | Diethanolamine |
| 121697 | N,N-Diethyl aniline (N,N-Dimethylaniline) |
| 64675 | Diethyl sulfate |
| 119904 | 3,3-Dimethoxybenzidine |
| 60117 | Dimethyl aminoazobenzene |
| 119937 | 3,3'-Dimethyl benzidine |
| 79447 | Dimethyl carbamoyl chloride |
| 68122 | Dimethyl formamide |
| 57147 | 1,1-Dimethyl hydrazine |
| 131113 | Dimethyl phthalate |
| 77781 | Dimethyl sulfate |
| 534521 | 4,6-Dinitro-o-cresol, and salts |
| 51285 | 2,4-Dinitrophenol |
| 121142 | 2,4-Dinitrotoluene |
| 123911 | 1,4-Dioxane (1,4-Diethyleneoxide) |
| 122667 | 1,2-Diphenylhydrazine |
| 106898 | Epichlorohydrin (l-Chloro-2,3-epoxypropane) |
| 106887 | 1,2-Epoxybutane |
| 140885 | Ethyl acrylate |
| 100414 | Ethyl benzene |
| 51796 | Ethyl carbamate (Urethane) |
| 75003 | Ethyl chloride (Chloroethane) |
| 106934 | Ethylene dibromide (Dibromoethane) |
| 107062 | Ethylene dichloride (1,2-Dichloroethane) |
| 107211 | Ethylene glycol |
| 151564 | Ethylene imine (Aziridine) |
| 75218 | Ethylene oxide |
| 96457 | Ethylene thiourea |
| 75343 | Ethylidene dichloride (1,1-Dichloroethane) |
| 50000 | Formaldehyde |
| 76448 | Heptachlor |
| 118741 | Hexachlorobenzene |

| | |
|---|---|
| 87683 | Hexachlorobutadiene |
| 77474 | Hexachlorocyclopentadiene |
| 67721 | Hexachloroethane |
| 822060 | Hexamethylene-1,6-diisocyanate |
| 680319 | Hexamethylphosphoramide |
| 110543 | Hexane |
| 302012 | Hydrazine |
| 7647010 | Hydrochloric acid |
| 7664393 | Hydrogen fluoride (Hydrofluoric acid) |
| 7783064 | Hydrogen sulfide(See Modification) |
| 123319 | Hydroquinone |
| 78591 | Isophorone |
| 58899 | Lindane (all isomers) |
| 108316 | Maleic anhydride |
| 67561 | Methanol |
| 72435 | Methoxychlor |
| 74839 | Methyl bromide (Bromomethane) |
| 74873 | Methyl chloride (Chloromethane) |
| 71556 | Methyl chloroform (1,1,1-Trichloroethane) |
| 78933 | Methyl ethyl ketone (2-Butanone) |
| 60344 | Methyl hydrazine |
| 74884 | Methyl iodide (Iodomethane) |
| 108101 | Methyl isobutyl ketone (Hexone) |
| 624839 | Methyl isocyanate |
| 80626 | Methyl methacrylate |
| 1634044 | Methyl tert butyl ether |
| 101144 | 4,4-Methylene bis(2-chloroaniline) |
| 75092 | Methylene chloride (Dichloromethane) |
| 101688 | Methylene diphenyl diisocyanate (MDI) |
| 101779 | 4,4¬-Methylenedianiline |
| 91203 | Naphthalene |
| 98953 | Nitrobenzene |
| 92933 | 4-Nitrobiphenyl |
| 100027 | 4-Nitrophenol |
| 79469 | 2-Nitropropane |
| 684935 | N-Nitroso-N-methylurea |
| 62759 | N-Nitrosodimethylamine |
| 59892 | N-Nitrosomorpholine |
| 56382 | Parathion |
| 82688 | Pentachloronitrobenzene (Quintobenzene) |
| 87865 | Pentachlorophenol |
| 108952 | Phenol |

| | |
|---|---|
| 106503 | p-Phenylenediamine |
| 75445 | Phosgene |
| 7803512 | Phosphine |
| 7723140 | Phosphorus |
| 85449 | Phthalic anhydride |
| 1336363 | Polychlorinated biphenyls (Aroclors) |
| 1120714 | 1,3-Propane sultone |
| 57578 | beta-Propiolactone |
| 123386 | Propionaldehyde |
| 114261 | Propoxur (Baygon) |
| 78875 | Propylene dichloride (1,2-Dichloropropane) |
| 75569 | Propylene oxide |
| 75558 | 1,2-Propylenimine (2-Methyl aziridine) |
| 91225 | Quinoline |
| 106514 | Quinone |
| 100425 | Styrene |
| 96093 | Styrene oxide |
| 1746016 | 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin |
| 79345 | 1,1,2,2-Tetrachloroethane |
| 127184 | Tetrachloroethylene (Perchloroethylene) |
| 7550450 | Titanium tetrachloride |
| 108883 | Toluene |
| 95807 | 2,4-Toluene diamine |
| 584849 | 2,4-Toluene diisocyanate |
| 95534 | o-Toluidine |
| 8001352 | Toxaphene (chlorinated camphene) |
| 120821 | 1,2,4-Trichlorobenzene |
| 79005 | 1,1,2-Trichloroethane |
| 79016 | Trichloroethylene |
| 95954 | 2,4,5-Trichlorophenol |
| 88062 | 2,4,6-Trichlorophenol |
| 121448 | Triethylamine |
| 1582098 | Trifluralin |
| 540841 | 2,2,4-Trimethylpentane |
| 108054 | Vinyl acetate |
| 593602 | Vinyl bromide |
| 75014 | Vinyl chloride |
| 75354 | Vinylidene chloride (1,1-Dichloroethylene) |
| 1330207 | Xylenes (isomers and mixture) |
| 95476 | o-Xylenes |
| 108383 | m-Xylenes |
| 106423 | p-Xylenes |

0 Antimony Compounds
0 Arsenic Compounds (inorganic including arsine)
0 Beryllium Compounds
0 Cadmium Compounds
0 Chromium Compounds
0 Cobalt Compounds
0 Coke Oven Emissions
0 Cyanide Compounds1
0 Glycol ethers2
0 Lead Compounds
0 Manganese Compounds
0 Mercury Compounds
0 Fine mineral fibers3
0 Nickel Compounds
0 Polycylic Organic Matter4
0 Radionuclides (including radon)5
0 Selenium Compounds

URL: http://www.epa.gov/ttn/atw/orig189.html