
Corresponding Standards

FEA 641 F Joints aérosols – Test pour la sélection du matériau

FEA 641 D Aerosoldichtungen – Test zur Materialauswahl

Foreword and Scope

All successful aerosol product work requires a good knowledge of the gasket materials and their interaction with the complete aerosol product.

1. Gasket materials are generally classified according to the chemical structure of their main polymer component. Internationally accepted nomenclature is defined in standard ISO 1629 and this is summarised on the final page of this standard together with common names and chemical formulae.
2. Gasket materials are based on polymers to which are added fillers and plasticizers to modify the physical properties and a crosslinking, or curing system, to give resistance to permanent set and swelling effects of aerosol products.

When the valve gasket is in contact with the complete aerosol product, it can be changed irrevocably in size and physicochemical properties due to the swelling effect on the polymer and the eventual extraction of plasticizers.

General methods of determination of swelling are described in ISO 1817 – *Vulcanized Rubber – Determination of the effect of liquids* - § 8.

For this reason, it is imperative for the laboratory practitioner to check such product influence changes as accurately as possible. In this way a correct choice of gasket may be achieved to give good valve integrity.

3. The interaction between gasket and aerosol product can also produce detrimental changes in the product, including precipitation, perfume degradation, colour change, and these aspects need to be expressed in the overall choice of gasket material.

This FEA standard deals only with dimensional aspects of gasket materials under the following headings:

- The swell test – procedure and evaluation
- Material nomenclature

Method

1) The swell test: procedure and evaluation

Use a dial gauge with a constant spring load around 50 g against a measuring anvil surface of approximately 50 mm².

Measure first the original thickness (D_1):

- a) This measurement can be realized on 3 separate gaskets with a precision of ± 0.01 mm and sum up the 3 single values found.
- b) This measurement can be also realized directly on a stack of 3 gaskets with a precision of ± 0.01 mm.

Using a separate suitable container for each gasket material, place the 3 gaskets in the test solution. Close the container and pressurise with the appropriate propellant (thus giving the complete aerosol formulation).

Replicate test packs will be required for each time interval – recommended time interval are 3 days, 7 days, 2 weeks, 4 weeks and 8 weeks. The test packs should be stored at room temperature.

At the end of each time interval, open the container with care, observing the safety procedures for opening pressurised packages. Remove the gaskets from the test solution and within 5 seconds, measure the thickness (D_2):

- a) This measurement can be realised on 3 separate gaskets with a precision of ± 0.01 mm and sum up the 3 single values found.
- b) This measurement can be also realised directly on a stack of 3 gaskets with a precision of ± 0.01 mm.

Using either method, it is essential that the measurement be made within 5 seconds, and that the gaskets are measured without any attempt to dry them.

This method is particularly adopted on stem gaskets. If this method is applied to cup gaskets, for example gaskets of 20 mm \varnothing it is recommended to make an identification of the place where the measurement has been made.

Note:

Do not immerse the gaskets in liquids which contain undissolved solids, or solids which may precipitate onto the surface of the gasket during cooling or depressurising, thus affecting measurements.

Calculation of percentage swell:

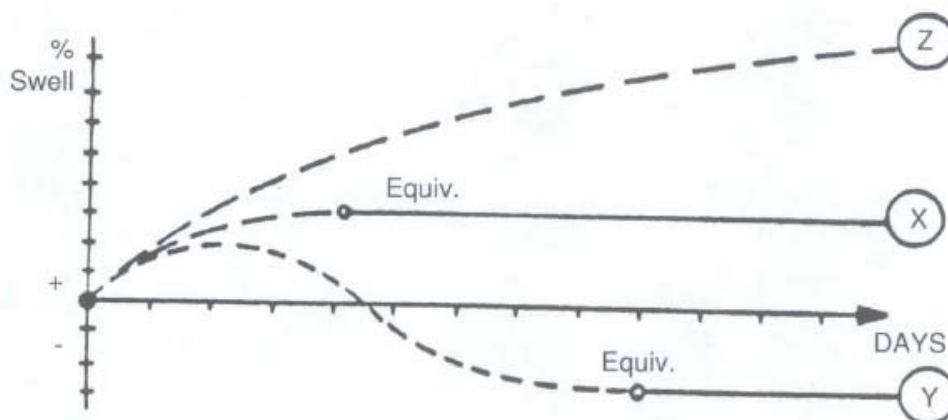
$$\frac{(3D_2 - 3D_1) \times 100}{3D_1} = \% \text{ swell}$$

The selection of a suitable gasket material for a given aerosol formulation requires that the swell of the gasket reach equilibrium point. The time taken to achieve equilibrium will vary with the type of gasket material and the composition of the aerosol formulation.

Most suitable formulation/gasket combinations will reach equilibrium within the period 3 days to 2 weeks. However some formulation/gasket combinations will require a longer period to equilibrate. Others may show some swell followed by shrinkage or continue to swell until the molecular of the base polymer is broken down (see graph Y).

Using the test described above, the most appropriate method of formulation/gasket combination selection is:

- Check swelling after 3 days immersion and record data. Alternatively, it may be more convenient to record the first data after 7 days.
- Check swelling after a total of 2 weeks immersion.
- If the data at this point are not significantly different from the first results, equilibrium is confirmed (see graph X).
- If not, check swelling after a total of 4 weeks immersion.
- If the data at this point are not significantly different from the 2 weeks data, equilibrium is confirmed (see graph X).
- If not, check swelling after a total of 8 weeks immersion.
- If the data at this point are not significantly different from the 4 weeks data, equilibrium is confirmed (see graph X).
- If not it is unlikely that the formulation/gasket combination is satisfactory (see graph Z).



Note:

Valve designs from different manufacturers are designed to operate efficiently within carefully specified gasket swell ranges. The valve user should consult the manufacturer to obtain the recommended optimum swell characteristics for the selected valve.

2) Material nomenclature

Classe Class	Denomination	Nom Commun Common Name	Formule Chimique Chemical Formula
BR	Butadiene rubber	Poly-butadiene	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
NBR	Nitrile-butadiene rubber	Nitrile	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}]_n$
SBR	Styrene-butadiene rubber	Styrene-butadiene	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}]_n$
EPDM	Ethylene-propylene with diene monomer	Ethylene-propylene-butadiene	$[\text{CH}_2-\text{CH}_2(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}]_n$
IR	Isoprene rubber	Poly- isoprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
IIR	Isobutylene- isoprene rubber	Butyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
CR	Chloroprene rubber	Polychloroprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
CIIR	Chloro- isobutylene- isoprene	Chlorobutyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
FPM	Fluorocarbon rubber	Fluorocarbon	$[(\text{CF}_2-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CF}_3}{\text{CF}}-\text{CF}_2]_n$
PU	Polyester rubber	Polyurethane	$\text{R} \left[\begin{array}{c} \text{NH} - \text{C} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array} \right] \text{R}'_n$

Standards correspondants

FEA 641 E Aerosol gaskets – Test for material selection

FEA 641 D Aerosoldichtungen – Test zur Materialauswahl

Avant-propos et but

Le succès de tout travail sur un produit aérosol exige une bonne connaissance des matériaux du joint et de leur interaction avec la formulation aérosol complète.

1. Les matériaux de joint sont généralement classés suivant la structure chimique de leur principal composant polymère. Le tableau en dernière page reprend la nomenclature internationale ISO 1629 avec le nom commun et la formule chimique.
2. Les matériaux de joints sont constitués de polymères de base auxquels sont ajoutés des charges de plastifiants et un système de vulcanisation. Tous ces ingrédients doivent être choisis soigneusement, afin d'obtenir d'une part des propriétés physiques comme l'élongation, module d'élasticité, déformation permanente et d'autre part une résistance chimique vis à vis des solvants et des produits actifs utilisés dans les formules aérosols.

Quand le joint de valve est en contact avec la formulation aérosol complète, les caractéristiques dimensionnelles et physico-chimiques peuvent changer de façon irréversible, sous l'effet du gonflement du polymère et de l'extraction éventuelle des plastifiants.

Les méthodes générales de détermination du gonflement sont décrites dans la norme internationale ISO 1817 – *Caoutchouc vulcanisé – Détermination de l'action des liquides* - § 8.

Pour cette raison, il est impératif que le praticien de laboratoire puisse contrôler de tels changements sous l'influence du produit de façon aussi précise que possible. De cette manière, un choix correct du joint est possible pour atteindre une bonne intégrité de valve.

3. L'interaction entre le joint et le produit aérosol peut également provoquer des modifications aux produits telles que précipitation, dégradation du parfum, changement de couleur, et ces aspects doivent être pris en considération dans la sélection du matériau du joint.

Ce standard FEA traite seulement des changements dimensionnels des joints sous les intitulés suivants:

- Le test de gonflement – Mode opératoire et évaluation
- Nomenclature du matériau

Méthode

1) Le test de gonflement – Mode opératoire et évaluation

Utiliser un instrument de mesure avec une force de ressort constante d'environ 50 g appliquée à une touche de mesure de surface approximative de 50 mm².

Mesurer d'abord l'épaisseur d'origine (**D**₁) :

- a) Cette mesure peut être réalisée sur 3 joints séparés avec une précision de ± 0,01 mm, en faisant la somme des 3 valeurs simples trouvées.
- b) Cette mesure peut également être réalisée directement sur une pile de 3 joints groupés, avec une précision de ± 0,01 mm.

Utiliser un récipient de même type, séparé pour chaque matériau de joints. Placer les 3 joints dans la solution-test. Fermer le récipient et pressuriser avec le propulseur approprié (obtenant ainsi la formulation aérosol complété).

Multiplier le nombre de récipients-tests en fonction des intervalles de temps – les intervalles recommandés sont : 3 jours, 7 jours, 2 semaines, 4 semaines et 8 semaines. Les récipients-tests doivent être conservés à température ambiante.

A la fin de chaque intervalle de temps, ouvrir le récipient avec soin, en observant les procédures de sécurité pour l'ouverture des emballages pressurisés. Retirer les joints de la solution-test et dans les 5 secondes, mesurer l'épaisseur (**D**₂):

- a) Cette mesure peut être réalisée sur 3 joints séparément avec une précision de ± 0,01 mm, en faisant la somme des 3 valeurs simples trouvées,
- b) Cette mesure peut également être réalisée directement sur une pile de 3 joints groupés, avec une précision de ± 0,01 mm.

Si une autre méthode est utilisée, il est essentiel que les mesures soient faites dans les 5 secondes, et que les joints soient mesurés sans avoir été séchés.

Cette méthode est particulièrement adaptée aux joints de soupape. Dans le cas où la méthode s'appliquerait aux joints de coupelles, par exemple, joints de 20 mm de diamètre, il est recommandé d'effectuer un repérage de l'endroit où la mesure a été effectuée.

Note:

Ne pas immerger les joints dans des liquides contenant des solides non dissouts ou qui pourraient précipiter sur la surface du joint durant le refroidissement ou la dépressurisation, et donc pouvant affecter les mesures.

Calcul du pourcentage de gonflement:

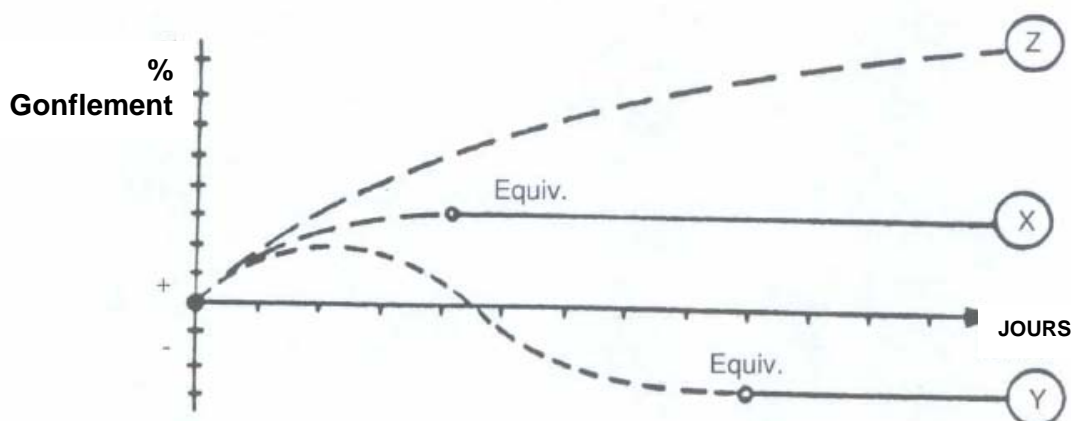
$$\frac{(3D_2 - 3D_1) \times 100}{3D_1} = \% \text{ gonflement}$$

La sélection d'un matériau de joint convenable pour une formulation aérosol donnée nécessite que le gonflement du joint atteigne un point d'équilibre. Le temps nécessaire pour obtenir l'équilibre variera avec le type de matériau et la composition de la formulation aérosol.

De nombreuses combinaisons de formule/ joint atteindront le point d'équilibre dans la période de 3 jours à 2 semaines. Certaines combinaisons formule/joints nécessiteront une période plus longue pour obtenir l'équilibre. D'autres pourront démontrer un gonflement suivi d'un effet de rétraction ou continuer à gonfler jusqu'à ce que la structure moléculaire du polymère de base soit désagrégée (voir courbe Y).

En utilisant le test décrit ci-dessus, la meilleure méthode de sélection appropriée pour la combinaison formule/joint est:

- Vérifier le gonflement après immersion de 3 jours et enregistrer les résultats. A titre d'alternative, il peut être plus pratique d'enregistrer le premier résultat après 7 jours.
- Vérifier le gonflement après une immersion totale de 2 semaines.
- Si les résultats à cette date n'offrent pas de différence significative avec les premiers résultats, le point d'équilibre est obtenu (voir courbe X).
- Sinon, vérifier le gonflement après une immersion totale de 4 semaines. Si les résultats à ce moment n'offrent pas de différence significative avec les résultats constatés à 2 semaines, le point d'équilibre est atteint (voir courbe X).
- Sinon, poursuivre le test et vérifier le gonflement après une immersion totale de 8 semaines.
- Si les résultats à cette date n'offrent pas de différence significative avec les résultats à 4 semaines, le point d'équilibre est obtenu (voir courbe X).
- Dans le cas contraire, il est peu probable que la combinaison formule/joint soit satisfaisante (voir courbe Z).



Note:

Les valves de différents fabricants sont conçues de façon à fonctionner avec une gamme de gonflement de joint déterminée très soigneusement. L'utilisateur de valves doit consulter le fabricant afin d'obtenir les caractéristiques optimum de gonflement recommandées pour la valve sélectionnée.

Remplace la version datée 09/1993

2) Nomenclature du matériau

Classe Class	Denomination	Nom Commun Common Name	Formule Chimique Chemical Formula
BR	Butadiene rubber	Poly-butadiene	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
NBR	Nitrile-butadiene rubber	Nitrile	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}]_n$
SBR	Styrene-butadiene rubber	Styrene-butadiene	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}]_n$
EPDM	Ethylene-propylene with diene monomer	Ethylene-propylene-butadiene	$[\text{CH}_2-\text{CH}_2(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}]_n$
IR	Isoprene rubber	Poly- isoprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
IIR	Isobutylene- isoprene rubber	Butyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
CR	Chloroprene rubber	Polychloroprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
CIIR	Chloro- isobutylene- isoprene	Chlorobutyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
FPM	Fluorocarbon rubber	Fluorocarbon	$[(\text{CF}_2-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CF}_3}{\text{CF}}-\text{CF}_2]_n$
PU	Polyester rubber	Polyurethane	$\text{R} \left[\begin{array}{c} \text{NH} - \text{C} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array} - \right] \text{R}'_n$

Korrespondierende Standards

FEA 641 E Aerosol gaskets – Test for material selection

FEA 641 F Joints aérosols – Test pour la sélection du matériau

Vorwort und Ziel

Jede erfolgreiche Aerosolprodukt-Entwicklungsarbeit erfordert eine gute Kenntnis der Dichtungsmaterialien und deren Wechselwirkung mit der gesamten Aerosolformulierung.

1. Dichtungsmaterialien werden generell entsprechend der chemischen Struktur ihrer Hauptpolymer-Komponenten klassifiziert. Die international vereinbarte Nomenklatur ist im Standard ISO 1629 definiert und zusammengefaßt auf der letzten Seite dieses Standards wiedergegeben.
2. Dichtungsmaterialien bestehen aus Polymeren, denen Füllstoffe und Weichmacher zur Modifikation der physikalischen Eigenschaften zugemischt werden sowie einem Vulkanisationssystem zur Stabilisierung der Dauerverformung und der Quellungseinflüsse des Aerosolprodukts.

Im Kontakt mit der gesamten Aerosolformulierung kann die Dichtung in Größe und physikochemischen Eigenschaften, bedingt durch den Quellungseinfluß auf das Polymer sowie eine mögliche Extraktion von Weichmachern, irreversibel verändert werden.

Allgemeine Methoden zur Bestimmung der Quellung sind in ISO 1817 – *Vulcanized Rubber – Determination of the effect of liquids* Paragr. 8 beschrieben.

Aus diesem Grund ist es für den Laborpraktiker unerlässlich, solche Produkteinflüsse und deren Wechselwirkungen so genau wie möglich zu prüfen. Dadurch wird eine korrekte Dichtungsauswahl zur Erzielung einer einwandfreien Ventulfunktion erreicht.

3. Die Wechselwirkung zwischen Dichtung und Aerosol-Produkt kann auch schädliche Veränderungen im Produkt, wie Ausfällungen, Parfüm-Abbau, Verfärbung, bewirken. Diese Aspekte müssen bei der Dichtungsauswahl berücksichtigt werden.

Dieser Standard behandelt nur die dimensionellen Gesichtspunkte von Dichtungsmaterialien in folgenden Abschnitten:

- Der Quelltest – Verfahren und Auswertung
- Material Nomenklatur

Verfahren

1) Der Quelltest: Verfahren und Auswertung

Benutze eine Dial-Meßuhr mit einer konstanten Federkraft von ca. 50 g und einem Meßfühler mit einer Auflagefläche von ca. 50 mm².

Messe zuerst die Originaldicke (D_1):

- a) Diese Messung kann an 3 Einzeldichtungen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm und anschließender Addition der 3 Einzelwerte ($3D_1$) erfolgen.
- b) Die Messung kann auch an 3 aufeinanderliegenden Dichtungen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm erfolgen.

Je 3 Dichtungen pro Material werden in verschiedenen geeigneten Behältern in die Testlösung eingelegt. Die Behälter werden verschlossen und mit dem entsprechenden Treibgas befüllt. (Daraus ergibt sich die komplette Aerosolformulierung).

Weitere Zeitintervalle sind 3 Tage, 7 Tage, 2 Wochen, 4 Wochen und 8 Wochen. Die Testdosen sollten bei Raumtemperatur gelagert werden.

Am Ende eines jeden Zeitintervalls sind die Testdosen sorgfältig, unter Beachtung der Sicherheitsmaßnahmen für das Öffnen von unter Druck stehenden Dosen, zu öffnen.

Die Dichtungen sind dann aus der Testlösung zu entnehmen und innerhalb 5 Sekunden ist die Dicke (D_2) zu messen:

- a) Diese Messung kann an 3 Einzeldichtungen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm und anschließender Addition der 3 Einzelwerte erfolgen.
- b) Die Messung kann auch an 3 aufeinanderliegenden Dichtungen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm erfolgen.

Bei beiden Meßmethoden ist es jedoch unerlässlich, daß innerhalb von 5 Sekunden und ohne Versuch, die Dichtungen zu trocknen, gemessen wird.

Das Verfahren ist besonders geeignet für Ventilinnendichtungen. Wenn das Verfahren auf Tellerdichtungen, z.B. Dichtungen mit 20 mm \varnothing , angewendet wird, ist eine Markierung des Meßpunktes vorzunehmen.

Bemerkung:

Keine Dichtungen in Lösungen einlegen, die Feststoffe oder Stoffe enthalten die sich beim Öffnen oder Abkühlen der Dose auf den Dichtungen niederschlagen, und so die Messung verfälschen können.

Berechnung der Quellrate:

$$\frac{(3D_2 - 3D_1) \times 100}{3D_1} = \% \text{ Quellung}$$

Die Auswahl eines geeigneten Dichtungsmaterials für eine vorgegebene Aerosolformulierung erfordert, daß die Quellung der Dichtung einen Gleichgewichtszustand erreicht. Die Zeit, die zur Erreichung des Gleichgewichtszustandes erforderlich ist, hängt vom Materialtyp der Dichtung und der Zusammensetzung der Aerosolformulierung ab.

Die üblichen Kombinationen aus Dichtung und Rezeptur erreichen das Quellungsgleichgewicht innerhalb von 3 Tagen bis 2 Wochen. In einigen Fällen ist hierzu jedoch ein längerer Zeitraum erforderlich. In anderen Fällen kann auf eine Quellung ein Schrumpfen folgen (Kurve Y) oder die Quellung kann sich bis zur Zerstörung der Molekularstruktur des Polymeren fortsetzen (Kurve Z).

Unter Benutzung des oben beschriebenen Tests ist die geeignetste Methode zur Auswahl einer Kombination Dichtung/Formulierung folgende:

Feststellung der Quellraten nach 3 Tagen Einlegezeit und Aufzeichnung der Ergebnisse. Alternativ kann es zweckmäßiger sein, die ersten Ergebnisse nach 7 Tagen aufzuzeichnen.

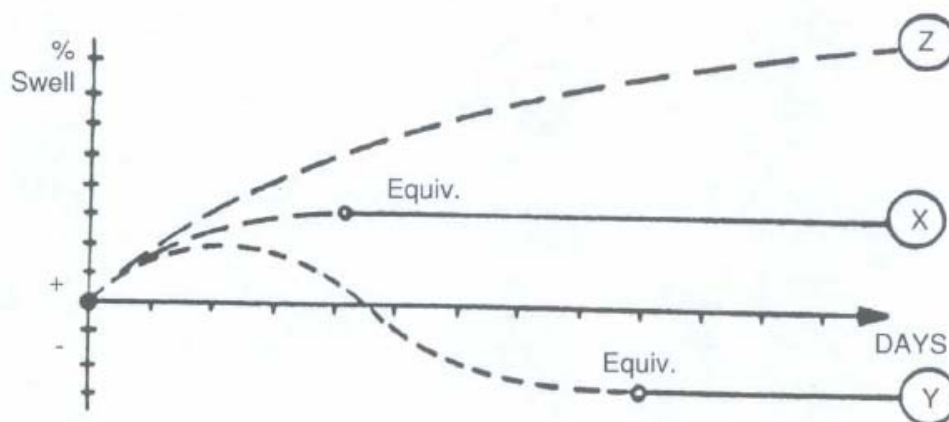
- Prüfung der Quellraten nach 2 Wochen Einlegezeit.

Falls sich die Ergebnisse zu diesem Zeitpunkt nicht wesentlich von den ersten Ergebnissen unterscheiden, ist das Gleichgewicht bestätigt (Kurve X).

- Falls nicht, erfolgt Prüfung der Quellraten nach 4 Wochen Einlegezeit. Falls die Ergebnisse zu diesem Zeitpunkt sich nicht wesentlich von den 2 Wochen Ergebnissen unterscheiden, ist das Gleichgewicht erreicht (Kurve X).

- Falls nicht, erfolgt Prüfung der Quellraten nach 8 Wochen. Falls die Ergebnisse zu diesem Zeitpunkt sich nicht wesentlich von den 4 Wochen-Ergebnissen unterscheiden, ist das Gleichgewicht erreicht (Kurve X).

- Falls nicht, ist es unwahrscheinlich, daß die Kombination Dichtung/Formulierung zufriedenstellend sein wird (Kurve Z).



Anmerkung:

Ventile von verschiedenen Herstellern sind so konstruiert, daß sie innerhalb sorgfältig bestimmter Dichtungsquellbereiche zuverlässig arbeiten. Der Ventilbenutzer sollte den Hersteller konsultieren, um die optimalen Quellbereiche für das ausgewählte Ventil zu erhalten.

Ersetzt die Version vom 09/1993

2) Material Nomenklatur

Classe Class	Denomination	Nom Commun Common Name	Formule Chimique Chemical Formula
BR	Butadiene rubber	Poly-butadiene	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
NBR	Nitrile-butadiene rubber	Nitrile	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}]_n$
SBR	Styrene-butadiene rubber	Styrene-butadiene	$[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}]_n$
EPDM	Ethylene-propylene with diene monomer	Ethylene-propylene-butadiene	$[\text{CH}_2-\text{CH}_2(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}]_n$
IR	Isoprene rubber	Poly- isoprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
IIR	Isobutylene- isoprene rubber	Butyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
CR	Chloroprene rubber	Polychloroprene	$(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$
CIIR	Chloro- isobutylene- isoprene	Chlorobutyl	$[(\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3]_n$
FPM	Fluorocarbon rubber	Fluorocarbon	$[(\text{CF}_2-\text{CH}_2)_m-\underset{\text{CF}_3}{\text{CF}}-\text{CF}_2]_n$
PU	Polyester rubber	Polyurethane	$\text{R} \left[\begin{array}{c} \text{NH} - \text{C} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array} \right] \text{R}'_n$