

1. VIDRIO AISLANTE CON CÁMARA DE GAS

• Vidrio Aislante que contiene Argón y/o SF₆ y mezclas de estos gases con el aire en la cámara aislante y/o otros gases* a condición que su durabilidad sea demostrada y que respeten las prescripciones propias de la Norma.
*los otros gases pueden necesitar ensayos suplementarios en lo que concierne a la durabilidad y a los valores máximos de la fuga de gas.

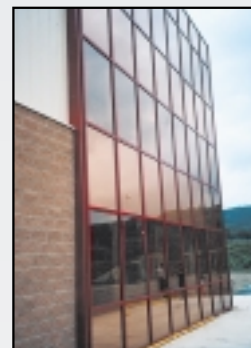
• Conceptos específicos para este tipo de acristalamiento que deberán valorarse para determinar la calidad del producto final:

- **Concentración de Gas** - determinación de los valores límites.
- **Fuga de Gas** - cálculo del % que se escapa en un tiempo determinado.

La tendencia actual en la técnica del vidrio aislante apunta a una esperanza de vida del producto de 25 años aproximadamente. Durante este periodo de tiempo se espera que no aparezca formación de condensación en el interior de la cámara y que las propiedades aislantes, tanto térmicas como acústicas, permanezcan inalterables. Por tanto, todos los materiales que componen el vidrio aislante deben responder a estas expectativas.

En el caso de la cámara de aire, por experiencia sabemos que si estos materiales, han sido correctamente aplicados, hacen que la unidad de doble acristalamiento no pierda sus prestaciones. Pero, cuando rellenamos la cámara con otros gases, ¿cómo podemos saber que también se cumplirán las mismas expectativas?. La respuesta a esta pregunta está en los dos condicionantes siguientes:

- debe elegirse el tipo de gas o mezcla de gases correcta, de acuerdo con las prestaciones a conseguir y compatible con los demás componentes del vidrio aislante
- de la correcta manipulación y aplicación de todos los componentes y sobre todo del sistema de relleno de la cámara con gas, o sea, del proceso de fabricación, depende directamente el resultado final, en cuanto a calidad y durabilidad



2. FUNCIONES DEL VIDRIO AISLANTE CON CÁMARA DE GAS

Mediante el relleno de la cámara con gas en el vidrio aislante se pretende optimizar las funciones del producto frente al sistema standard con cámara de aire:

a) EL AISLAMIENTO TÉRMICO:

Mediante el relleno de la cámara con gases de menor conductividad térmica que el aire, es posible reducir el valor K, dependiendo del sistema, en más de 0,3 w/m²k.

b) EL AISLAMIENTO ACÚSTICO:

Mediante la elección correcta de la cantidad y calidad de la mezcla gaseosa y con un sistema de montaje adecuado, la mejora del aislamiento acústico alcanzable es del orden de 3 dB.

c) LA FUNCIÓN PROTECTORA PARA CAPAS DE ÓXIDOS METÁLICOS:

Gracias a que el relleno, a diferencia del aire, se efectúa con gases químicamente puros, se cumple además una función protectora para los vidrios recubiertos con capas metálicas.

A fin de maximizar el rendimiento de las 3 funciones principales del relleno de gas, es necesario tener en cuenta ciertos criterios en la elección del gas y del conjunto del sellante.

3. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN MÁS ADECUADA DEL RELLENO DE GAS

En la tabla siguiente se detallan las características más importantes para distintos gases:

GAS	PESO ATÓMICO/ MOLECULAR	PUNTO DE EBULLICIÓN °C	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA RELATIVA AL AIRE	NATURALEZA INERTE	TOXICIDAD
AIRE	28 / 32	196 / 183	1	si	no
ARGÓN (Ar)	40	186	0,68	si	no
HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF ₆)	146	64	0,52	si	no
HELIO (He)	4	269	5,81	si	no
CRIPTON (Kr)	84	152	0,36	si	no
NEON (Ne)	20	246	1,91	si	no
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	64	10	0,37	no	si
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	44	79	0,64	no	no

Un gas de relleno apropiado para el vidrio aislante, además del punto de vista científico debe cumplir otros criterios:

a) **PROPIEDADES FÍSICAS Y FISIOLÓGICAS:** El gas debe ser incoloro y no tóxico, y en el margen de temperaturas al que se halla sometido un acristalamiento. El **ARGÓN** y el **SF₆** son en este aspecto buenos.

b) **ESTABILIDAD Y COMPATIBILIDAD QUÍMICA CON LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL VIDRIO AISLANTE:** Debido a los distintos campos de aplicación del acristalamiento aislante, deberá estudiarse la estabilidad química bajo la acción de radiaciones UV y cambios térmicos al elegir el gas de relleno.

El **ARGÓN** y el **SF₆** cumplen a este efecto con una función protectora.

A fin de evitar reacciones con los perfiles separadores, el material desecante o los sellantes, debe evitarse el empleo de gases ácidos como el SO₂ ó el CO₂.

c) **VELOCIDAD DE DIFUSIÓN:** La permeabilidad depende principalmente de dos factores:

- la velocidad de difusión en el sellante
- la solubilidad del gas en compuestos orgánicos

Veamos a continuación el ensayo, con un sellante a base de polisulfuro, para hallar las permeabilidades relativas al ARGÓN de los principales gases pesados empleados como relleno en los acristalamientos aislantes:

GAS	FACTOR DE VELOCIDAD
ARGÓN (Ar)	1
CRIPTON (Kr)	1,3
HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF ₆)	0,05
OXÍGENO (O ₂)	1,3
NITRÓGENO (N ₂)	0,9

La tendencia actual pone en desuso los gases cuya velocidad de difusión es mayor que la del ARGÓN en vidrios aislantes con sellantes orgánicos, pues, además de no ser rentables en la producción, constituyen una transgresión a los valores propuestos por la Norma.

4. CONSISTENCIA DEL CONJUNTO SELLANTE FRENTE AL GAS

Permeabilidad de los distintos polímeros base (sellantes) frente al ARGÓN y al vapor de agua (disco de 4 mm de grueso a 20°C de temperatura).

a) COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONJUNTO SELLANTE:

Las propiedades mecánicas de los sellantes frente a los movimientos del conjunto debidos a cambios de temperatura y variaciones de presión, son decisorias. Las fugas de gas, a altas temperaturas serán graves si los sellantes empleados tiene una dilatabilidad alta.

Deformaciones de los distintos tipos de sellantes a 50°C y 0,15 N/mm² de presión, en función del tiempo:

MATERIAL	ARGÓN l/m ² .día.bar	H ₂ O g/m ² .día
POLIISOBUTILO (PIB)	0,01	<0,1
POLISULFURO (PSR)	0,03	3
POLIURETANO (PUR)	0,30	1
SILICONA (Si 1 componente)	30	13
SILICONA (Si 2 componentes)	10	16

% DEFORMACIÓN	POLISULFURO	POLIURETANO	SILICONA
al cabo de 24 horas	7,0	24,3	7,8
remaneente al cabo de 24 h.	1,3	5,1	1,6

b) SISTEMAS DE PERFILES SEPARADORES, ÁNGULOS Y SELLADO DEL ORIFICIO DE RELLENADO DEL GAS:

Todos estos elementos tienen verdadera importancia en el resultado final, si bien no se han apreciado diferencias significativas en cuanto a la permeabilidad para los distintos sistemas existentes en el mercado, es importante tenerlo en cuenta para solicitar a los fabricantes las correspondientes garantías de estos materiales a su contacto con el gas. Son puntos críticos tanto las esquinas (más si el perfil no es continuo) como los orificios de relleno de gas, por ello hay que sellarlos con mucha atención para evitar el riesgo de la difusión del gas a través de canales capilares.

c) LA CALIDAD DEL ACABADO:

En definitiva la calidad del acabado del acristalamiento aislante es quien decide la permeabilidad al gas del conjunto.

5. MÉTODOS DE LLENADO DE GAS

Solamente hablaremos de los métodos manuales, es decir, como acciones ligadas a la línea de doble acristalamiento, pero independientes de ella.

a) LLENADO DE GAS TRAS SELLADO MANUAL:

Durante el sellado se dejan sendos espacios libres de unos 5 cm para taladrar los orificios de llenado y control en el intercalario. El acristalamiento aislante recién sellado puede dejarse en reposo hasta que se endurezca el material de sellado, se llena inmediatamente y se obtura.

Recomendado para producciones que emplean el sellado manual.



b) LLENADO DE GAS TRAS SELLADO AUTOMÁTICO:

En los orificios de llenado y control del separador se colocan tapones señalizadores. Estos tapones sirven para que el sellante no penetre en la cámara interior a través de los orificios durante el sellado automático. Una vez que éste se ha endurecido parcialmente, puede llenarse la cámara de gas y cerrarse.

Recomendado para producciones que trabajan con selladora automática y que realizan un gran número de unidades con gas por día.

c) LLENADO DE GAS EN LÍNEA:

Las unidades de doble acristalamiento se llenan con gas en línea antes del sellado.

Sólo es aconsejable para aquellas unidades que se han de suministrar de forma inmediata.

d) LLENADO DE GAS DE UNIDADES RESERVADAS:

Las unidades que deben llenarse con gas se separan antes del sellado y, al mismo tiempo, se llenan con gas. Una vez terminado el proceso de llenado y los orificios de llenado y control se han cerrado, las unidades se devuelven a la línea de producción y se sellan.

Recomendado en instalaciones que trabajan con selladora automática y que fabrican un pequeño número de unidades con gas por día.

Como conclusión diremos que:

- en la fabricación de unidades con relleno de gases pesados la elección y manipulación de todos los componentes (sellante, gas, desecante, intercalario...) es mucho más crítica que en los acristalamientos standard.
- gracias a los resultados de las nuevas técnicas para determinar las fugas y junto a la mejora de funciones, es posible que, utilizando gases pesados de relleno como el ARGÓN o el SF₆, también se pueda asegurar una vida útil del acristalamiento aislante de 25 años aproximadamente.