

PLANTAS PILOTO Y DE PROCESOS EN VIDRIO DE BOROSILICATO 3.3

El vidrio de borosilicato 3.3 es un material ampliamente utilizado en plantas piloto y de procesos, se utiliza en la industria química y farmacéutica así como también en empresas cerveceras o industrias de metales preciosos.

Existen innumerables razones para el uso y aplicaciones de este material en las industrias arriba mencionadas.

- La transparencia del vidrio de borosilicato 3.3 permite el control por observación de los procesos.
- En combinación con otros materiales comúnmente PTFE, el vidrio de borosilicato 3.3 es resistente a la corrosión para la mayoría de medios, especialmente ácidos fuertes.
- Cuenta con una superficie suave y lisa que evita la incrustación.
- La no afinidad catalítica del vidrio de borosilicato 3.3 evita reacciones catalíticas en metales, impidiendo también que el sabor y el aroma se vean afectados.
- No contiene propiedades fisiológicas desfavorables.
- No es inflamable.
- Puede reciclarse.
- Es utilizado también en laboratorios, por lo cual no es necesario el cambio del material para la ampliación de plantas piloto y de procesos.
- Para los rangos estándar permitidos de temperatura y presión, la mayoría de las propiedades del vidrio permanecen sin alteraciones.
- Es un material que ha sido probado y aprobado para la construcción de equipos/accesorios de presión.

NORMAG utiliza las propiedades del PTFE y del vidrio de borosilicato 3.3 en sistemas completos. En conjunto con otros componentes, cumple con las directrices europeas en un rango de DN 15 hasta DN 600.

En la construcción, resultan esenciales la fiabilidad y la gran resistencia de presión en la conexión de los componentes. Este aspecto se basa en el uso de las terminaciones tipo enchufe (KF) y brida plana de seguridad (PF), incluidas en diseño 2012, totalmente mejoradas y compatibles con las bridas existentes.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, todos los componentes incluidos en el presente manual, se entregan como estándar.

En este capítulo incluye la producción, aplicación e información técnica del material.

PROPIEDADES DEL VIDRIO DE BOROSILICATO 3.3

COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición aproximada del vidrio de borosilicato 3.3 se indica en la siguiente tabla:

Componente	Composición en peso %
SiO ₂	80.6
B ₂ O ₃	12.5
NaO	4.2
Al ₂ O ₃	2.2
Otros elementos	0.5

Tabla 10.1: Composición química del vidrio de borosilicato 3.3

RESISTENCIA QUÍMICA

La resistencia química está comprobada para la mayoría de los productos. El vidrio de borosilicato 3.3 es altamente resistente al agua, soluciones salinas, sustancias orgánicas y halógenos como el cloro. Puede utilizarse a temperatura ambiente para soluciones básicas de hasta 30% de concentración en peso. Realmente pocos componentes el ácido fluorhídrico, ácido fosfórico concentrado y soluciones básicas fuertes generan una abrasión significativa a la superficie del borosilicato.

Los siguientes resultados corresponden a la clasificación del vidrio de borosilicato 3.3 de acuerdo a los métodos de investigación comprobados (véase ISO 3585 y EN 1595).

Resistencia hidrolítica a 98 °C	Resistencia hidrolítica de grano clase ISO 719-HGB 1
Resistencia hidrolítica a 121 °C	Resistencia hidrolítica de grano clase ISO 720-HGA 1
Resistencia a ácidos	Depósitos de Na ₂ O < 100 mg/dm ² para ISO 1776
Resistencia alcalina	Resistencia alcalina clase ISO 695-A2

Tabla 10.2: Resistencia química del vidrio de borosilicato 3.3

La corrosión de la superficie dependerá de los medios y de las condiciones de operación. Debido a esto, no es posible establecer un criterio general para la misma.

PROPIEDADES TÉRMICAS

A diferencia de otros materiales de construcción, el vidrio de borosilicato 3.3 se caracteriza por su alto nivel de anticorrosión y su mínimo coeficiente de expansión térmica. De esta manera, no se requieren acciones adicionales para compensar las expansiones. En la tabla a continuación, se enlistan las propiedades térmicas más importantes para la construcción de los equipos (véase DIN ISO 3585 y EN 1595).

Coefficiente lineal promedio de la expansión térmica	$\alpha_{20/300} = (3,3 \pm 0,1) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Conductividad térmica promedio entre 20 y 100 °C	$\lambda_{20/100} = 1,2 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
Conductividad térmica promedio entre 20 y 200 °C	$\lambda_{20/200} = 1,3 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
Promedio de la capacidad de calor específica entre 20 y 100 °C	$c_{p\ 20/100} = 0,84 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Promedio de la capacidad de calor específica entre 20 y 200 °C	$c_{p\ 20/200} = 0,98 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Densidad a 20 °C	$\rho = 2.230 \text{ kg m}^{-3}$

Tabla 10.3: Propiedades físicas del vidrio de borosilicato 3.3

PROPIEDADES MECÁNICAS

El vidrio de borosilicato 3.3 ha sido aprobado para la construcción de recipientes a presión. Los parámetros de resistencia para la construcción se presentan en la tabla 10.4.

Dentro de dichos parámetros se incluye el factor de seguridad K/S, el cual comprende el conocimiento práctico de la resistencia del vidrio y sus propiedades.

Para aplicaciones prácticas, debe considerarse que el vidrio de borosilicato es incapaz de reducir el pico de tensión a transiciones dispersas o grietas pequeñas. En el vidrio de Borosilicato 3.3 el parámetro de tensión no depende de la temperatura así como los parámetros de compresión ligeramente superiores.

Estas experiencias están consideradas en EN 1595.

Como base para el diseño de los componentes de vidrio, se tienen las propiedades de la tensión permitida, resistencias al doblamiento y compresión conforme a EN 1595. Como enfoque conservador, la consistencia de la superficie ha sido sometida bajo condiciones extremas durante la elaboración de estos diseños.

Densidad a 20 °C	$\rho = 2.230 \text{ kg m}^{-3}$
Parámetro de resistencia para fuerzas de tensión y doblamiento	$K/S = 7 \text{ N mm}^{-2}$
Parámetro de resistencia para la fuerza de compresión	$K/S = 100 \text{ N mm}^{-2}$
Módulo de elasticidad	$E = 64.000 \text{ N mm}^{-2}$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0,2$

Tabla 10.4: Propiedades mecánicas del vidrio de borosilicato 3.3

PROPIEDADES ÓPTICAS

Este material cuenta con una alta transparencia de radiación en la zona de longitud de onda.

Para ciertas aplicaciones, como son las reacciones fotoquímicas, su transparencia en rangos UV resulta fundamental. Asimismo, es ideal para cloraciones fotoquímicas (absorción en un rango de 280 – 400 nm).

Otros tipos de vidrio, como el vidrio de cuarzo, se utilizan para aplicaciones con un rango de longitud de ondas menor.

En la producción de sustancias fotosensibles, se recomienda el uso de vidrio de borosilicato polarizado, el cual reducirá considerablemente la filtración de rayos UV.

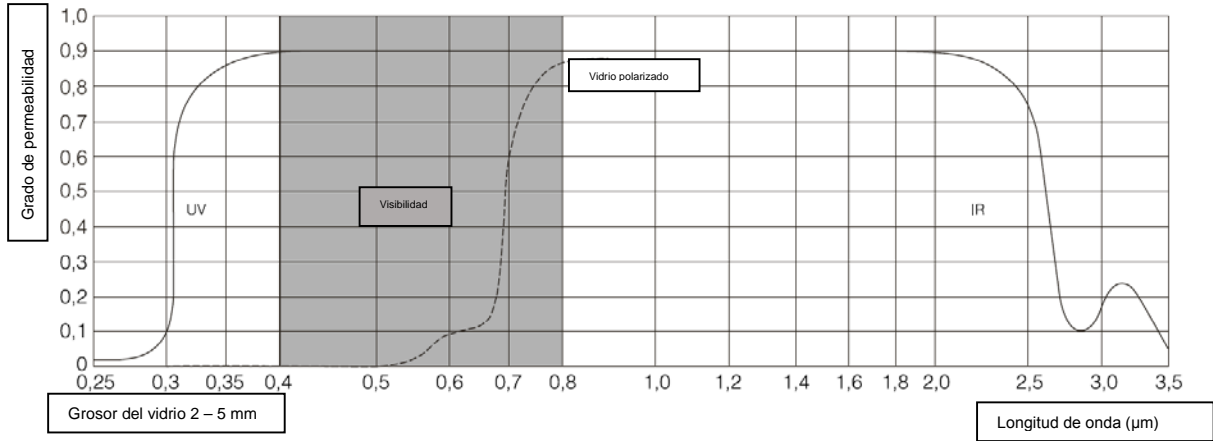


Figura 10.1: Curvas de transmisión para el vidrio de borosilicato 3.3

CONDICIONES PERMITIDAS DE OPERACIÓN

TEMPERATURA PERMITIDA DE OPERACIÓN

El vidrio de borosilicato 3.3 cuenta con una composición elástica que mantiene su resistencia mecánica aun a temperaturas cercanas a la temperatura de transformación (arriba de 500 °C).

El uso de PTFE como material de sellado sirve para evitar choques térmicos en el rango de temperatura de operación permitida y limitado de -50 hasta +200 °C.

A temperaturas debajo del punto de congelamiento se incrementa la tensión de esfuerzos, de tal forma que combinado con los sellos adecuados puede utilizarse a bajas temperaturas o a viceversa a temperaturas elevadas por arriba de 200 °C.

Se deberá tener especial consideración para los recipientes que de igual forma pueden estar sujetos a tensión de esfuerzos. Para aplicaciones especiales, favor de contactar a nuestros especialistas.

CHOQUES DE TEMPERATURA

Deberán evitarse los choques de temperatura de los medios dentro y fuera de los componentes de vidrio, ya que afectarán la pared de los mismos.

Pueden surgir tensiones térmicas que reducirán la presión permitida de operación del componente. En casos extremos, estos choques de temperatura ocasionarán que el vidrio se quiebre.

La resistencia del vidrio a los cambios de temperatura dependerá principalmente del espesor de la pared y de las condiciones de operación. No existe un factor general de seguridad para todas las condiciones posibles de operación.

El valor recomendado para los choques de temperatura es de 100 K máx. (valor promedio establecido para la mayoría de los casos). Estos choques generalmente no se presentan en unidades de calentamiento/enfriamiento; por esta razón, deberán considerarse para los componentes estándar como tubos, intercambiadores de calor o recipientes encaquetados.

También se deberá considerar los choques de temperatura permitidos para otras aplicaciones. Como ejemplos, se tienen las aplicaciones de llenado o la inyección de líquidos fríos en componentes calientes y el goteo de dichos líquidos en la pared caliente del componente.

El enfriamiento de los componentes es indispensable para todos los casos, sin embargo, se deberá basar en la información de operación permisible de enfriamiento, comúnmente por la transferencia natural del calor del medio ambiente.

DETERMINACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE TEMPERATURA DE LA PARED

Los siguientes datos sirven como base para la determinación de las diferencias de temperatura $\Delta\vartheta_W$ para el cálculo y obtención del espesor de la pared.

Temperatura permitida de operación	$T_{zul} = -50 / +200 \text{ °C}$
Diferencia de temperatura permitida interna y externa	$\Delta\vartheta_M \leq 180 \text{ K}$
Coefficiente de transferencia de calor (interno)	$\alpha_i = 1.200 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$
Coefficiente de transferencia de calor (externo)	$\alpha_a = 11,6 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$

Tabla 10.5: Bases del diseño para el cálculo de temperatura de la pared de vidrio de borosilicato 3.3

Para el cálculo de la resistencia mecánica, la diferencia de temperaturas de los medios $\Delta\vartheta_w$ (véase figura 1.2) no se debe confundir con la diferencia de temperatura de la pared $\Delta\vartheta_w$. Esta última puede determinarse con respecto a la diferencia de temperatura de los medios, el espesor de la pared, la geometría y los coeficientes de la transferencia de calor de entrada y salida. El coeficiente interno de transferencia de calor (α_i) de $1,200 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ abarca la mayoría de las aplicaciones. El coeficiente externo de transferencia de calor (α_a) aplica como tal y tiene una mayor influencia en el espesor de la pared. El valor proporcionado de $11.6 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$ corresponde a una construcción con infiltración en una instalación externa con protección contra viento.

Además de las aplicaciones estándar para recipientes y tuberías dado por α_i , definido para líquidos y vapores por α_a los siguientes factores externos se deben de considerar para los aparatos y componentes de vidrio:

- Componentes de una sola pared como recipientes y tubería
 - líquido interior
 - aire circundante (en construcción interna con infiltración y protección externa contra viento)
- Condensadores
 - espirales internos / tubería para líquidos
 - espirales externos / tubería para vapor
 - aire circundante (en construcción interna con infiltración y protección externa contra viento)
- Intercambiador de calor
 - espirales internos / tubería para líquidos
 - espirales externos / tubería para líquidos
 - aire circundante (en construcción interna con infiltración y protección externa contra viento)
- Tubería y recipientes forrados
 - líquido interior
 - líquido en el enchaquetado
 - aire circundante (en construcción interna con infiltración y protección externa contra viento)

Considere si las desviaciones de aplicación se pueden utilizar en grandes coeficientes de transferencia de calor. Si fuera el caso, contacte a nuestros especialistas para obtener asesoría.

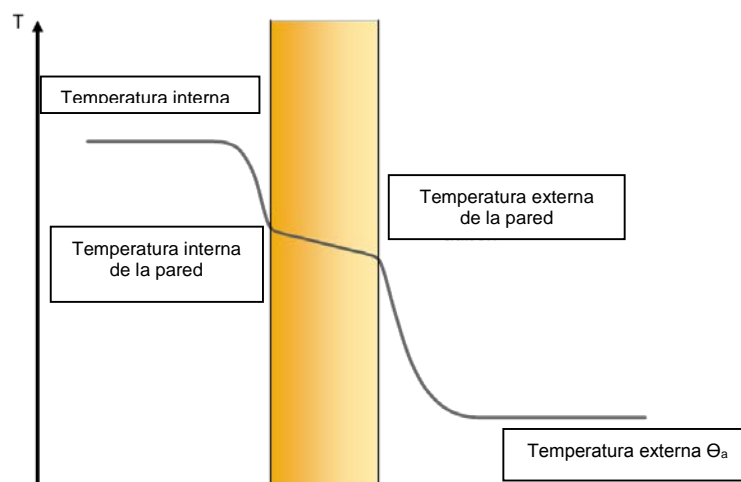


Figura 10.2: Tendencia de la temperatura a través de la pared del vidrio de borosilicato 3.3

PRESIÓN PERMITIDA DE OPERACIÓN

Los componentes de vidrio pueden utilizarse en condiciones de vacío total dentro de los componentes para todos los diámetros a menos que se marque lo contrario.

La sobrepresión general permitida para componentes de una sola pared se presenta en la tabla 10.6, y dependerá de las condiciones generales de operación y del diámetro del componente respecto al volumen de los matraces. Para componentes de pared doble o pared múltiple (recipientes forrados o intercambiadores de calor), se requerirán condiciones de operación individuales. Si tiene alguna duda, contacte a nuestros especialistas para obtener asesoría.

Para el rango de presión enlistado, aplican también el sello estándar tipo CGE para el rango completo, así como otros componentes estándar de PTFE a temperatura ambiente.

En caso de otras aplicaciones, contacte a nuestros especialistas

Si se presenta una sobrepresión de gas en el vidrio, se deberán utilizar dispositivos de protección.

Diám. principal DN	15	25	40	50	80	100	150	200	225	300	400	450	600
P/ comp. vidrio (bar)	6	6	4	4	3	2	2	1	1	1	0,5	0,5	0,5

Tabla 10.6: Sobrepresión permitida para componentes de una sola pared.

Volumen (l) / diámetro D (mm)	10/280	20/350	50/490	100/610	200/750
Presión del matraz (bar)	1	1	0,5	0,5	0,5

Tabla 10.7: Sobrepresión permitida de los matraces

Diámetro de conexión DN	15	25	40	50	80	100
P en válvulas con fuelles (bar) a temp. ambiente	6	6	4	4	3	2
P en válvulas con fuelles (bar) en rango de temp. perm	3	3	3	2	1,5	1,5

Tabla 10.8: Válvulas con fuelles

CÁLCULO Y DIMENSIONES DE LOS COMPONENTES DE VIDRIO

Como base para el cálculo de la resistencia mecánica de los componentes de este catálogo, se tiene la diferencia máxima permitida de temperatura $\Delta\theta_w$ a través de la pared. Ésta se calcula con base en la diferencia de temperaturas entre el lado exterior (entorno) y el lado interior (área del producto).

El cálculo de la resistencia mecánica se basa en las directriz AD20000-Regelwerkes y EN 1595.

MARCAJE DE LOS COMPONENTES DE VIDRIO

La directriz de presión de equipo 97/23 al igual que la norma EN 1595 (recipientes de presión de vidrio de borosilicato 3.3), fungen como base para el marcaje de los componentes de vidrio para recipientes a presión. La información adicional de los componentes se debe a los requerimientos que deben cumplir el control de calidad (rastreadibilidad, uso adecuado, etc.), acordados con el organismo notificador. En este catálogo se incluyen los artículos que cuentan con un marcaje sencillo y las condiciones permitidas de operación basadas en el número de artículo.

En la tabla 10.9 y figuras correspondientes, se ilustra el marcaje de los componentes de vidrio.

A diferencia de la tabla 10.9, los componentes con diámetro principal DN 15 y DN 25 están marcados sin el logo CE (véase el tercer párrafo del Artículo 3 de la directriz 97/23/EG)

El marcaje le proporciona la siguiente información:

Parte de la marca	Significado
Logotipo del proveedor -	-
Boro 3.3	Vidrio de calidad "borosilicato 3.3"
12345678	Número de serie de lote
PP 050/0175-P	Número de referencia del artículo estándar
A 123456 ME 01	Componente especial con manual de condiciones de operación
PS = -1/+6 bar	Desviación permisible de presión a catalogar
TS = -50/+200 °C	Desviación permisible de presión a catalogar
$\Delta\theta_M \leq 180$ K	Desviación permisible de la diferencia de temp a catalogar
CE 0036	Marca CE con número de identificación del Organismo Notificado

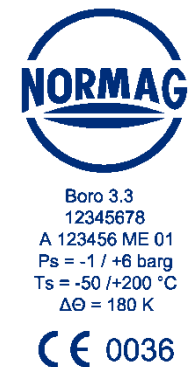


Tabla 10.9: Marcaje de los componentes de vidrio

SISTEMA DE BRIDAS PLANAS DE SEGURIDAD (PF) Y SISTEMA DE JUNTA ESFÉRICA (KF)

GEOMETRÍA DE LA BRIDA

En aplicaciones prácticas, los componentes y las terminaciones del vidrio de borosilicato 3.3, además de cubrir los requerimientos de temperatura y presión permitidas, transmiten la fuerza del sellado desde las bridas hasta la junta. Como ejemplo de requerimientos superiores, se tiene TA-Luft para la completa conexión respecto al rango máximo de derrame – como resultado se tiene una tolerancia mejorada y requerimientos especiales de superficie en la terminación de sello, otro ejemplo son los requerimientos GMP correspondientes al diseño interno de las terminales y la forma del sello.

Para tales requerimientos Normag ha posicionado como estándar los sistemas de brida plana de seguridad (PF) y de junta esférica (KF) manteniendo la compatibilidad con los tipos ya existentes.

La brida PF con su área de sello pulida al fuego y ranura acanalada de precisión para el sello, cubre un rango de producción desde DN 15 hasta DN 150. Por otro lado, las bridas KF cubren el rango desde DN 15 hasta DN 600 gracias a su superficie de sello. Para el rango de diámetro desde DN 200 hasta 600, se utiliza el sistema de bridas KF para instalaciones ya existentes.



Figura 10.3: Sistema de conexión PF y KF para vidrio de borosilicato 3.3 en plantas piloto y escalas de producto.

En las tablas 10.9 y 10.10 se enlistan las dimensiones principales de los terminales PF y KF con base en las figuras de la derecha de cada terminal respectivamente.

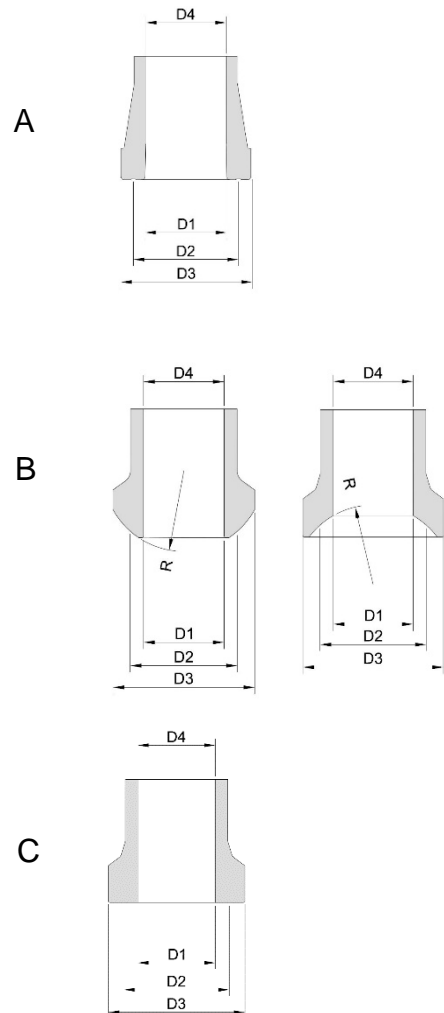
DN	D1	D2	D3	D4	Tipo
15	17	23	30	16,5–17,5	B,C
25	24	34	44	22,75–25,25	B,C
40	40	51	62	38,2–41,8	B,C
50	50	63	76	48–52	B,C
80	82	96	110	77,5–82,5	B,C
100	102	116	130	97,6–104,4	B,C
150	155	169	184	147–155	B,C
200	205	220	233	196,2–205,8	B,C
300	304	321	338	294,9–307,1	B,C
400	408	465		394,9-407,1	D
450	457	526		438,5–459,5	D
600	615	684		587,5–612,5	D

Tabla 10.9: Dimensiones del sistema de bridas KF

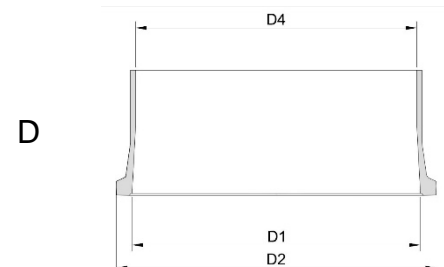
DN	D1	D2	D3	D4	Tipo
15	15	23	28,6	16,5–17,5	A
25	26	34	42,2	24,75–27,25	A
40	39	48	57,4	37–40,2	A
50	50	60,5	70	48–52	A
80	78	88	99,2	74,5–79,5	A
100	108	120,5	132,6	97,6–104,4	A
150	159	172	185	147–155	A
200	203	220	233	196,2–205,8	C
300	304	321	338	294,9–307,1	C
400	408	465		394,9-407,1	D
450	457	526		438,5–459,5	D
600	615	684		587,5–612,5	D

Tabla 10.10: Dimensiones del sistema de bridas PF

DN 15-300




DN 400-600



Certificado TA-Luft

Los sistemas de conexiones para las terminales de las bridas planas de seguridad PF y las juntas esféricas KF son de la mayor calidad. Con respecto a la completa compatibilidad con las aplicaciones existentes, los sistemas de bridas y conexiones NORMAG están totalmente mejorados debido a los requerimientos crecientes de estos sistemas.

Ambos sistemas de bridas tienen certificación de “Sistemas de Conexiones de Alta Calidad” y “Sistemas de Válvulas de Alta Calidad” debido a las recomendaciones TA-Luft para el rango completo de diámetros. Estos certificados se incluyen en la figura 10.4



AMTEC Messtechnischer Service GmbH
Hoher Steg 13
74346 Lauffen
Telefon: (07133) 9502-0
Telefax: (07133) 9502-22
e-mail: info@amtec-services.de
Internet: www.amtec-services.de

ZERTIFIKAT
Nr. 30148601/MS/18.06.07

Nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) wurde das Flanschverbindungssystem vom Typ

SCHOTT (Zeichnung NLP S 05 0037) und SPF (Zeichnung NLP S 05 0036)

der Firma

NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH
Auf dem Steine 4, D-98693 Ilmenau

auf die Einhaltung des Dichtheitskriteriums $1,0 \cdot 10^{-4}$ mbar · l/(m · s) unter folgenden Randbedingungen geprüft:

Auslagerungstemperatur:	200 °C
Auslagerungszeit:	48 h
Prüfdruck (absolut):	1 bar
Meßzeit:	24 h

Die mit einem Helium-Massenspektrometer am Ende der Meßzeit gemessene Leckagerate betrug


$9,2 \cdot 10^{-6}$ mbar · l/(m · s),

das Flanschverbindungssystem erfüllt damit das geforderte Dichtheitskriterium der VDI 2440 und kann als hochwertiges Dichtsystem im Sinne der TA-Luft betrachtet werden.


Dieses Zertifikat gilt nur in Zusammenhang mit unserem Prüfungsbericht 3014861/- und den dort niedergelegten Prüf- und Randbedingungen.

Lauffen, 18. Juni 2006

amtec Messtechnischer Service GmbH



Dipl.-Phys. M. Schaaf



AMTEC Messtechnischer Service GmbH
Hoher Steg 13
74346 Lauffen
Telefon: (07133) 9502-0
Telefax: (07133) 9502-22
e-mail: info@amtec-services.de
Internet: www.amtec-services.de

ZERTIFIKAT
Nr. 30148602/MS/31.10.07

Nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) wurde das Faltenbalg-Eckventil

N-PED, Typ SPF (Zeichnung NLP S 06 0095)

der Firma

NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH

auf die Einhaltung des Dichtheitskriteriums $1,0 \cdot 10^{-4}$ mbar · l/(m · s) geprüft. Die mit einem Helium-Massenspektrometer am Ende der Meßzeit nach einer 48-stündigen Auslagerung bei 100 °C gemessene Leckagerate betrug

$9,3 \cdot 10^{-5}$ mbar · l/(m · s),

das Flanschverbindungssystem erfüllt damit das geforderte Dichtheitskriterium der VDI 2440 und kann als hochwertiges Dichtsystem im Sinne der TA-Luft betrachtet werden.


Folgende Faltenbalgventile mit gleicher Bauart von Ventilsenz und Faltenbalg können ebenfalls als hochwertig im Sinne der TA-Luft betrachtet werden:

Ventiltyp	Ventilbezeichnung	Zeichnungsnummer
N-PVD	Durchgangsventil, Typ SPF	NLP S 06 0086
N-PVA	Auslaufventil, Typ SPF	NLP S 06 0087
N-PVF	Druckhalteckventil, Typ SPF	NLP S 06 0088
N-OF	Überlaufventil, Typ SPF	NLP S 06 0099
N-PVW	Drehwegwechselventil, Typ SPF	NLP S 06 0100
N-PEV	Probenahmeventil, Typ SPF	NLP S 06 0102
N-PRV	Regelventil, Typ SPF	NLP S 06 0103
N-VE	Eckventil, Typ Schott	NLP S 06 0104
N-VS	Durchgangsventil, Typ Schott	NLP S 06 0105

Dieses Zertifikat gilt nur in Zusammenhang mit unserem Prüfungsbericht 3014862/- und den dort niedergelegten Prüf- und Randbedingungen.

Lauffen, 31. Oktober 2007

amtec Messtechnischer Service GmbH



Dipl.-Phys. M. Schaaf

Figura 10.4: Certificados TA-Luft para válvulas y conexiones.

REVESTIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE VIDRIO

Los revestimientos se ofrecen con la finalidad de proteger los componentes contra daños a la superficie como astillas e impactos. Estos revestimientos pueden añadirse a componentes nuevos o usados.

El revestimiento de los componentes ya recubiertos puede ser removido para su reparación y la instalación de boquillas adicionales.

Se deberán considerar las siguientes propiedades del revestimiento:

- La protección de la superficie gracias al efecto amortiguador del revestimiento en el lado exterior del componente de vidrio incrementa su resistencia al impacto y minimiza los rasguños.
- Protección contra astillas gracias al revestimiento de gran elasticidad.
- La adherencia del revestimiento (excepto para grandes demoliciones) protege contra fugas reduciendo la filtración de líquidos de componentes dañados.
- Evita choques de temperatura y la alteración de la presión de operación permitida.
- No afecta la transparencia de los componentes.
- Puede reducir la temperatura de operación de acuerdo a la temperatura permitida para el revestimiento. Sin embargo, no reduce la temperatura permitida de operación del componente respecto al cálculo de la resistencia mecánica.
- El tipo de revestimiento para aplicaciones EX y no EX, deberá elegirse individualmente de acuerdo a las condiciones de proceso.

NORMAG ofrece tres alternativas para el revestimiento:

- Opción C1: Revestimiento transparente no conductor
Basado en PU
Rango de temperatura permitido: -40/+140 °C, intervalo corto hasta 160 °C
Excelente transparencia
Excelente resistencia química al agua, soluciones cáusticas débiles, aceites, grasas, bencina y varios solventes.
Consistencia ultravioleta
No es adecuado para aplicaciones con medios de alta carga electrostática en zonas EX de acuerdo a las directrices 94/9EG y TBS 2153
Índice de código de orden “-C1”, p.ej. PP 50-0200-F12-C1
- Opción C2: Revestimiento transparente de alta temperatura, no conductivo
Base PFA
Rango de temperatura permitido -40/+200 °C
Excelente transparencia
Excelente resistencia química al agua, soluciones cáusticas débiles, aceites, grasas, bencina y varios solventes.
Consistencia ultravioleta
No es adecuado para aplicaciones con medios de carga electrostática alta en zonas EX de acuerdo a las directrices 94/9EG y TBS 2153
Índice de código de orden “-C2”, p.ej. PP 50-0200-F12-C2

- Opción C1: Revestimiento conductor transparente
Basado PU con grupo conductor activado
Rango de temperatura permitido -40/+140 °C, intervalo corto de hasta 160 °C
Excelente transparencia
Excelente resistencia química al agua, soluciones cáusticas débiles, aceites, grasas, bencina y varios solventes.
Consistencia ultravioleta
Resistencia de la superficie: $< 10^9$ Ohm, ideal para aplicaciones con medios con carga electrostática en la zona EX de acuerdo a las directrices 94/9EG y TRBS 2153
Índice de código de orden "-C3", p.ej. PP 50-0200-F12-C3

La puesta a tierra del revestimiento conductor se logra mediante distintos métodos.

En el primero, un contacto metálico conductor junto con el cable de tierra pueden conectarse directamente al componente de vidrio. En el segundo, se utilizará un sello conductor con tapa, que se conectará a la superficie recubierta de los componentes de vidrio, como se muestra en la figura 10.3

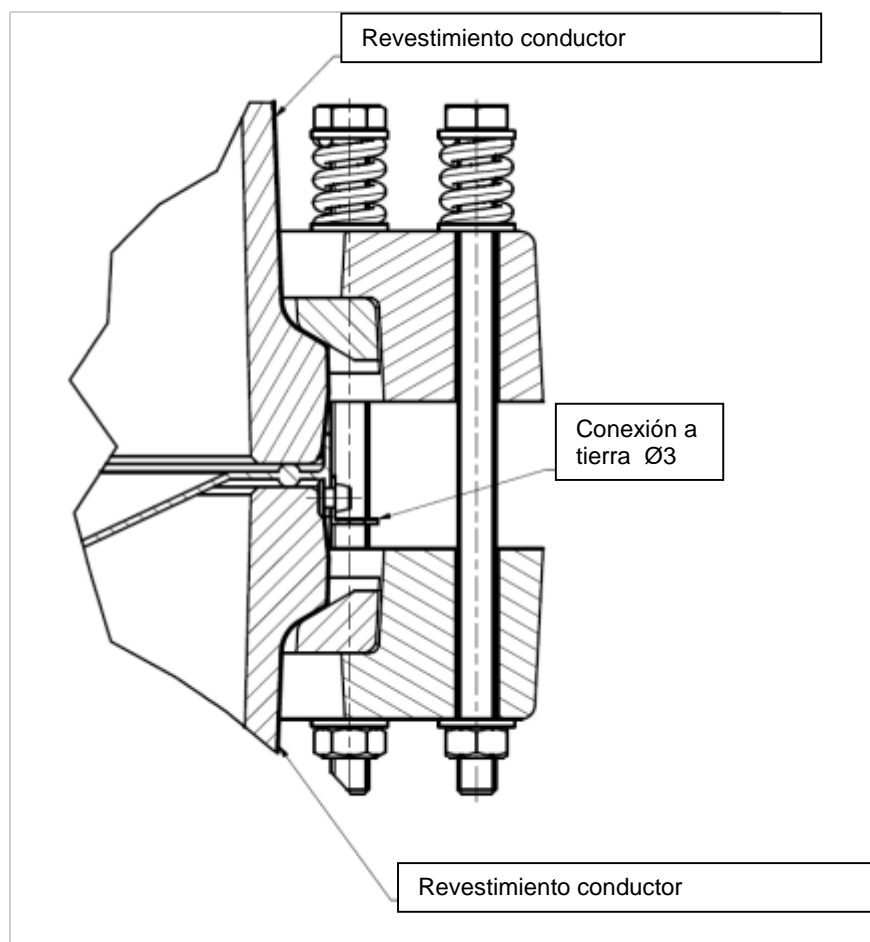


Figura 10.3: Ejemplo de conexión del revestimiento con sello conductores y conexión a tierra.

En caso de requerir asesoría respecto a este punto, contacte a nuestros especialistas.

OTROS

INSTALACIONES CONFORME GMP

Para las aplicaciones GMP de los componentes y de los accesorios, deberá prestarse especial atención al diseño de los mismos y a la selección de los materiales apropiados. Generalmente, para un diseño no estándar, se requiere seleccionar cuidadosamente los materiales adecuados.

La construcción con espacio muerto reducido es la clave del diseño GMP de los componentes y de los accesorios, ya que asegura un drenado completo y una limpieza CIP efectiva.

Se proveen, además, certificados de material FDA para los componentes de PTFE.

UNIDADES DE VIDRIO EN ZONAS EX

En aplicaciones de unidades de vidrio en zonas EX, las directrices ATEX 94/9/EX resultan de gran importancia al igual que las directrices TRBS 2153 para electrostática. Por lo general, no existen limitaciones en el uso de componentes de vidrio y aparatos con respecto a la norma existente EX.

Los componentes de vidrio pueden usarse directamente en la zona EX exterior 1 (IIA/B) y exterior 2 (IIA/B/C). Los requisitos adicionales se deberán considerar únicamente para la zona 1 (IIC). Como ejemplo de estos requisitos se tiene el revestimiento conductor de los componentes combinados con su correspondiente aterrizado. En caso de que se presente una carga electrostática en los materiales estándar no conductivos, se deberá considerar la adición de requerimientos de acuerdo a TRBS 2153. Dependiendo de la dimensión del componente, podrá requerirse también el uso de componentes conductivos de PTFE y partes exteriores de metal (excepto los tornillos M8, incluyendo las longitudes estándar). Ambas opciones respectivamente aterrizadas.

Los componentes hechos de PTFE conductor con puesta a tierra pueden entregarse como estándar (Opción – M2).

REPARACIONES

Si requiere reparaciones, descargue directamente el certificado de aprobación en nuestro sitio web: www.normag-glas.com, y envíelo junto con los componentes que desea reparar.

ANÁLISIS DE RIESGO / RIESGOS RESTANTES

Se ha efectuado un análisis general de riesgos para los componentes y los accesorios del catálogo TÉCNICA DE PROCESOS 2012 de acuerdo a la directiva de las máquinas y, especialmente, PED 97/23/EC. Con el fin de descartar riesgos adicionales debidos al mal uso de los equipos, la siguiente lista deberá ser considerada por todo el personal:

- El personal deberá utilizar lentes de protección cuando se encuentre en la zona de peligro. Puede proporcionarse información adicional.
- El vidrio de borosilicato 3.3 cuenta con una alta resistencia química, sin embargo, las soluciones alcalinas, el ácido fluorhídrico y el ácido fosfórico pueden provocar erosiones. El grosor mínimo deberá ser revisado regularmente en caso de que exista alguna duda acerca del adelgazamiento de la pared.
- La corrosión en la superficie del vidrio puede reducir la tensión del mismo resultando en una reducción de la presión permitida. En caso de una fuerte turbidez o aspereza en la superficie, el componente de vidrio deberá reemplazarse.
- Las sustancias y fluidos inestables que pueden descomponerse o reaccionar drásticamente, se deberá tener precauciones de seguridad adicionales.
- Las condiciones de operación permitida deberán de concordar con la sección 10 del catálogo. El cumplimiento de ellas deberá asegurarse por medidas adicionales si es necesario: discos de ruptura o válvulas de alivio de presión, prevención de sobrellenado y limitadores de temperatura y presión. La presión de operación permitida deberá observarse en todos los casos, aun en la puesta en marcha de la planta, pruebas de funcionamiento y de derrame.
- La temperatura máxima de operación para los componentes de vidrio deberá coincidir con la sección 10 del catálogo. La temperatura se deberá observar donde sea requerido: reacciones exotérmicas o calentamiento eléctrico asegurados por el uso adecuado de equipos de protección y de medición.
- En plantas no aisladas que operen a temperaturas superiores a 120 °C, el límite térmico de choque puede excederse a causa de agua fría que se rocié en el equipo. Para evitar esto, la planta deberá estar protegida con un material transparente y las cabezas de los rociadores deberán estar alejadas del vidrio que no esté protegido. En caso de incendio, la temperatura elevada romperá el vidrio.
- Los fuelles incluidos en la interconexión de la tubería evitarán cargas adicionales no permitidas, como fuerzas mecánicas o de reacción laterales.
- Daño en las máquinas / medidas de protección. La estructura tubular que sostiene al equipo o a la planta proporciona protección contra daño externo previniendo también el contacto con otros elementos. Las mismas partes de la planta, se localizan fuera de la estructura las cuales deberán estar protegidas para evitar daños mecánicos. Algunas partes de la planta pueden alcanzar temperaturas por arriba de los 60° C durante la operación, los cuales también pueden estar ubicados en la parte exterior de la estructura, deberán contar con su respectiva protección evitando el contacto con los aparatos y equipos de proceso. Como dispositivos adicionales de seguridad se encuentran las pantallas protectoras, guardas contra rociado, revestimiento y encapsulado de vidrio.

- Puede ocurrir daño en los intercambiadores de calor, ya sea en el tipo serpentines o de tubos y carcasa durante la mezcla de los fluidos de servicios con el producto. En caso de la que mezcla resulte en la generación de alta temperatura o presión, se deberá proteger y mantener separado los medios (enfriamiento o calentamiento).
- Se recomienda el uso de nuevos sellos en caso de que se requiera abrir las conexiones de vidrio. Los componentes de PTFE como los fuelles, deberán reemplazarse a los primeros signos de daño (rasguños, erosión en el área del asiento).

MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

Las conexiones PF y KF cuentan con excelentes propiedades de montaje. El montaje de vidrio puede realizarse por personas menos experimentadas, con la respectiva asesoría NORMAG.

NORMAG, o compañías asociadas, ofrecerán capacitación a su equipo de trabajo.

Para el confiable y rápido montaje de una nueva unidad, se deberá contactar a NORMAG o alguna de compañía de experiencia.

Es común realizar una prueba de derrame al término de la instalación de la unidad.

En la tabla 10.11 se proporcionan el torque permisible, las cuales deberán respetarse al momento de realizar el montaje de las conexiones de vidrio.

DN	PF Conexión tipo CC, CP, CS	KF Conexión tipo CC, CP, CS	KF Conexión tipo CA
15	1,5	1,0	1,0
25	2	1,5	2,5
40	2	1,5	3,5
50	2	1,5	3,5
80	2	2	3,5
100	2	2	4,5
150	3	3,5	4,5
200	4	4	4,5
225	4	-	-
300	4	4	4,5
400	7	7	-
450	7	7	-
600	12	12	-

Tabla 10.11: Torque máximo para tornillos en Nm para sistemas de conexiones de vidrio.

* Las torques proporcionadas son únicamente necesarios para las condiciones máximas de operación permitidas. Pueden reducirse para operaciones en condiciones de operación menores.

LISTA DE PESOS

La lista de pesos de los componentes del catálogo “TÉCNICA DE PROCESOS 2012” se presenta en orden alfabético.

Todos los pesos enlistados son pesos netos en kg, a menos que se especifique lo contrario. Las posibles desviaciones pueden deberse a los métodos de producción.

Nos reservamos el derecho de aplicación de cambios técnicos que pudieran influir en el peso.

La lista de pesos puede proporcionarse mediante solicitud.