



HIPOCLORITO DE SODIO

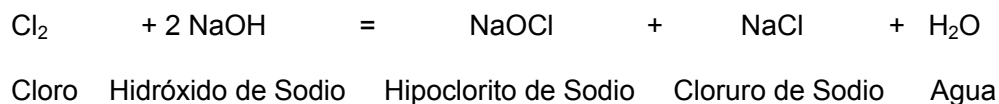
MANUAL DE INFORMACIÓN GENERAL

1.0 Introducción

Todos los comercializadores, consumidores ó productores que deseen conocer acerca de la química del producto y de su correcto almacenamiento y manipulación, encontrarán en el siguiente resumen una gran ayuda para la toma de decisiones acertada en el manejo del Hipoclorito de Sodio.

2.0 Química del Hipoclorito de Sodio

El Hipoclorito de Sodio se produce por la reacción entre el Cloro y el Hidróxido de Sodio (Soda Cáustica).



2.1 Términos usados para definir la concentración del Hipoclorito de Sodio

En muchas partes, la concentración del hipoclorito de sodio es identificada con cinco definiciones comunes que dan resultados diferentes, así el poder de oxidación sea el mismo. Aunque existen más definiciones, no se citarán ya que no son utilizadas con mucha frecuencia.

Los términos más utilizados en la Industria para definir la concentración del hipoclorito de sodio, son:

2.1.1 Gramos por Litro de Cloro Disponible

Es el peso de Cloro disponible en gramos en un litro de solución de Hipoclorito de Sodio. Este peso es determinado por diferentes técnicas analíticas que están disponibles en muchas fuentes. Powell ha trabajado con muchos de estos métodos y ha publicado el método preferido en su página web en <http://www.powellfab.com/>. Este método fue desarrollado para ayudar a reducir los problemas típicos asociados con los procedimientos analíticos.

2.1.2 Gramos por Litro de Hipoclorito de Sodio.

Es el peso en gramos de Hipoclorito de Sodio en un litro de solución del mismo. Este puede ser calculado por conversión de los gramos por litro de cloro disponible en su equivalente de Hipoclorito de Sodio, multiplicado por la relación de sus respectivos pesos moleculares.

Gramos por litro disponibles de cloro x NaOCl/Cl₂ ó x 74/71 ó 1.05 = gramos por litro de Hipoclorito de Sodio.

2.1.3 Porcentaje en volumen de cloro disponible.

Es un término regularmente usado para definir la concentración comercial del Hipoclorito de Sodio. Este es idéntico a los gramos por litro de cloro disponible pero en un volumen de 100 mililitros y no en un litro. Por lo tanto, este resultado es una décima parte de los gramos por litro.

% en volumen de Cloro disponible = gpl cloro disponible / 10

2.1.4 Porcentaje en peso de Cloro disponible

Dividiendo el porcentaje en volumen de cloro disponible por la gravedad específica de la solución de Hipoclorito de Sodio, da como resultado el porcentaje en peso de cloro disponible. Normalmente las medidas de densidad presentarán errores entre 0.5 hasta 1.0% (Eje: 10% puede estar entre 9.9% hasta 10.10%), cuando convertimos desde gpl de cloro disponible a porcentaje en peso de cloro disponible.

% en peso de Cloro disponible = $\frac{\text{gpl de Cl}_2 \text{ disponible}}{10 \times \text{gravedad específica}}$
ó % volumen de Cl₂ disponible / gravedad específica

Nota: La determinación tanto de la gravedad específica como de la concentración del Hipoclorito de sodio, deben realizarse siempre con la muestra a la misma temperatura.

2.1.5 Porcentaje en peso de Hipoclorito de Sodio.

El porcentaje en peso del Hipoclorito de Sodio es el peso de Hipoclorito por 100 partes de solución. Esto puede ser calculado por conversión del porcentaje en peso de cloro disponible en su equivalente de Hipoclorito de Sodio, multiplicado por la relación de sus respectivos pesos moleculares:

Nota: La determinación de la gravedad específica y de la concentración del Hipoclorito de Sodio, deben realizarse siempre con la muestra a la misma temperatura.

% en peso de cloro disponible x NaOCl/Cl₂ ó x 74/71 ó 1.05 = porcentaje en peso de NaOCl

% en peso de hipoclorito de sodio = $\frac{\text{gpl cloro disponible} \times 1.05}{10 \times \text{gravedad específica}}$
ó = $\frac{\% \text{ volumen Cl}_2 \text{ disponible} \times 1.05}{\text{gravedad específica}}$
ó = % en peso de cloro disponible x 1.05

Por ejemplo:

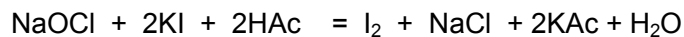
$$\begin{aligned} 120 \text{ gpl cloro disponible} &= 12 \% \text{ en volumen} \\ \text{ó } 12 / 1.168^* &= 10.27^* \text{ porcentaje en peso de cloro disponible} \\ \text{ó } 10.27^* \times 1.05 &= 10.79^* \text{ porcentaje en peso de Hipoclorito de Sodio} \end{aligned}$$

*La gravedad específica no es una herramienta representativa de la calidad del Hipoclorito dado que cada proceso da como resultado diferentes gravedades específicas debido a la variación en las cantidades de exceso de soda cáustica, cloratos y sal. Por lo tanto productores, comercializadores y consumidores deben establecer una técnica analítica homologada diferente a la gravedad específica para determinar la concentración del Hipoclorito. Si se usan los gramos por litro de cloro disponible como una medida de la concentración del producto la precisión de la determinación no dependerá de la exactitud en la medición de la gravedad específica del producto.

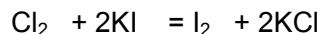
2.2 Relación entre el Poder de Oxidación del Cloro y el Hipoclorito de Sodio

Muchos usuarios están actualmente reemplazando el Cloro por Hipoclorito de Sodio como agente oxidante. El siguiente es un ejemplo que muestra cómo calcular el Hipoclorito de Sodio requerido para reemplazar el poder de oxidación del cloro.

Si el **Hipoclorito de Sodio** es usado para oxidar yoduro de potasio en una solución de ácido acético, la reacción que ocurre es la siguiente:



Si el **Cloro** es usado para reaccionar con la misma cantidad de yoduro, la reacción que ocurre es la siguiente:



Por lo tanto, una molécula de Hipoclorito de Sodio oxidará la misma cantidad de yoduro que una molécula de Cloro.

2.3 Relación entre Litros de Hipoclorito de Sodio a Kilogramos de Cloro usado

Para calcular el volumen y la concentración requerida para reemplazar el poder de oxidación de cloro, la concentración del Hipoclorito de Sodio debe ser convertida a su equivalente en kilogramos de cloro disponible.

Por ejemplo:

Usando la definición de GPL de cloro disponible (peso de cloro disponible en gramos por litro de hipoclorito) la siguiente conversión es útil:

$$\begin{aligned} 120 \text{ GPL available chlorine} &= \\ 120 \text{ gpl Cl}_2 \times 3.785 \text{ lt/gal} &= 0.454 \text{ Kg Cl}_2 \text{ disponible / galón} \end{aligned}$$

Por consiguiente un galón de Hipoclorito de Sodio de 120 gpl de concentración de cloro disponible tendrá un poder de oxidación igual a 0.454 Kg de Cloro.

Si otras concentraciones de Hipoclorito de Sodio son utilizadas tal como 160 gpl, la cantidad de cloro disponible por galón es la relación entre la nueva concentración vs. 120 gpl. Entonces, 160 gpl para 120 gpl (160/120) es 1.333 y la cantidad de cloro disponible por galón es 0.605 Kilogramos por galón ya que 120 gpl tiene 0.454 Kg por galón de cloro disponible.

2.4 Descomposición de Hipoclorito de Sodio.

Los usuarios deben comprender las razones de descomposición del Hipoclorito de Sodio para obtener unos rendimientos adecuados, sin pérdidas por deterioro del producto.

Se presentan dos formas de descomposición del Hipoclorito de Sodio.

La más común es:



Esta descomposición puede ser generada de dos formas:

2.4.1 Descomposición de Hipoclorito de Sodio por formación de Cloratos.

Si durante la producción de hipoclorito de sodio, la reacción entre cloro y soda cáustica ocurre en una región del reactor con bajo nivel de Ph (normalmente en Ph menores de 10), se forma ácido hipocloroso, el cual se transforma en clorato. (Ver las referencias de la sección 5).

En los sistemas de producción por lotes de Hipoclorito de Sodio con los métodos de los años 50's y 60's, se producían altos niveles de clorato durante la reacción. Durante los años 70's, 80's y 90's más fabricantes han estado utilizando el sistema de producción continuo obteniendo como resultado un mejor control del Ph en la reacción y esto ha reducido la formación de clorato. Sin embargo debe anotarse que en el grupo de fabricantes de Hipoclorito por proceso continuo, existen sistemas de operación que conducen a niveles diferentes de cloratos. Por ejemplo, si son utilizadas torres empacadas para la reacción de la soda cáustica y el cloro se pueden obtener altos niveles de cloratos si el exceso de soda cáustica en las torres de absorción llega a valores por debajo de 1.5% en peso aproximadamente.

También debe tenerse en cuenta que la concentración de Hipoclorito de Sodio producida durante la reacción podrá afectar también los niveles de clorato. Dependiendo de la tecnología usada para la producción del hipoclorito de sodio se podrán generar altos niveles de cloratos si se produce Hipoclorito de sodio a altas concentraciones.

2.4.2 Descomposición de Hipoclorito de Sodio por concentración en la producción.

Una vez producido el Hipoclorito de Sodio se descompondrá debido a la concentración inicial, pH, temperatura de almacenamiento, acción de la luz solar y contaminantes como metales pesados y sólidos suspendidos tales como calcio y magnesio.

La rata normal de descomposición del hipoclorito de sodio sin sal, luz, metales pesados y contaminantes (los cuales pueden ser fácilmente controlados) con un Ph de 11.86 – 13.00 puede ser expresado como:

$$\text{Rata} = K_2 (\text{OCl}^-)^2 \text{ (Referencia \#1)}$$

La concentración del hipoclorito después del almacenamiento y las cantidades de clorato formadas pueden ser calculadas usando un programa llamado modelo químico de predicción creado por Gilbert Gordon y Luke Adam. (Referencia #1)

2.4.2.1 Primer Método para reducir la descomposición del Hipoclorito de Sodio por formación de cloratos.

Como se indicó el Hipoclorito de Sodio tiene una tasa de descomposición de segundo grado. Esto significa que 200 gpl de cloro disponible de un Hipoclorito de Sodio sin sal se descompondrá 4 veces más rápido que un hipoclorito de sodio de 100gpl de cloro disponible, si los factores como la temperatura de almacenamiento son los mismos. Por lo anterior un Hipoclorito de 200 gpl almacenado se descompondrá eventualmente hasta una concentración menor que un producto de 100 gpl almacenado a la misma temperatura.

Sin embargo a una temperatura constante la tasa de descomposición del Hipoclorito de Sodio también puede ser afectada por la carga iónica de la solución. Dado que el cloruro de sodio se produce simultáneamente con el Hipoclorito de Sodio por la reacción entre el cloro y la soda cáustica, este hecho incrementa la concentración iónica total aumentando la tasa de descomposición. En la práctica si la concentración del Hipoclorito se reduce a la mitad se alcanza una disminución del 80% en la tasa de disminución de la descomposición a cualquier temperatura dada en un rango de pH de 11 a 13 aproximadamente.

Los usuarios deben entender en qué consiste ésta tasa de descomposición ya que normalmente el Hipoclorito de Sodio es entregado aproximadamente a 120 gpl o 160 gpl de cloro disponible dependiendo si éste es producido ó vendido localmente. Debido a lo básico de la química del Hipoclorito de sodio, un producto de 160 gpl se descompondrá aproximadamente de 1.8 a 2.0 veces más rápido que un Hipoclorito de 120 gpl y por lo tanto los cloratos se generarán más rápidamente. Debido a que el Hipoclorito de Sodio y los cloratos van de la mano, en la comercialización del producto final se debe especificar la concentración más baja posible que el proveedor pueda fabricar y entregar a un costo efectivo.

El consumidor debe especificar claramente la concentración del Hipoclorito de Sodio que desea comprar. El almacenamiento, tiempo y temperatura determinan la concentración escogida. Si el consumidor está usando el producto en una aplicación en donde los niveles de clorato son críticos, la formación de éstos se debe considerar.

Normalmente para un tiempo de almacenamiento del producto por encima de una semana se recomienda al usuario final reducir la descomposición del producto almacenado. Uno de los mejores métodos para lograrlo es almacenar el Hipoclorito de Sodio a una concentración más baja que la concentración de recibo. El producto debe ser diluido con agua suavizada. Otras aguas como la de planta, de pozo o de acueducto no deben ser usadas para prevenir la adición de sólidos totales y suspendidos y otros contaminantes que puede traer el agua no tratada. Si un Hipoclorito de Sodio de 60 gpl es almacenado en lugar de uno de 120 gpl, la tasa de descomposición se disminuirá en un factor de 5 aproximadamente.

Otro de los beneficios que el consumidor puede recibir es una reducción en los costos de transporte. Dado que un Hipoclorito de 160 gpl tiene un 33% más de cloro disponible que un Hipoclorito de 120 gpl, más cloro puede ser transportado en el mismo embarque. Por lo tanto si se produce Hipoclorito de Sodio de altas concentraciones y luego éste es diluido en el sitio del consumidor, podrá reducirse el costo por kilogramo del producto.

En muchas partes de los Estados Unidos, Canadá y en otros países del mundo se comercializa el Hipoclorito de Sodio a altas concentraciones tales como 180 gpl obteniendo reducción en los costos, si el comprador adiciona agua suavizada en los tanques de almacenamiento en el momento en que éste es recibido.

2.4.2.2 Segundo Método para reducir la descomposición del Hipoclorito de Sodio por formación de Cloratos.

Es común que en muchas instalaciones pequeñas sólo se tenga un tanque de almacenamiento de Hipoclorito de Sodio. También es común dejar un residual de Hipoclorito de sodio en este tanque y mezclarlo con el nuevo lote recibido. **Esto no es adecuado.**

Por ejemplo: Suponga que el tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 30 metros cúbicos.
Suponga que el hipoclorito residual en el tanque es 7.0 metros cúbicos.
Suponga que el primer lote de hipoclorito se recibió a una concentración de 120 gpl de cloro disponible y una semana después se ha descompuesto hasta 100 gpl.
Suponga que el nuevo hipoclorito tiene 120 gpl y es un embarque de 19 metros cúbicos

Después de la mezcla del Hipoclorito residual del tanque con la nueva entrega de producto, la solución tendrá aproximadamente 114,6 gpl de cloro disponible con altos niveles de cloratos debido a la descomposición del producto.

Suponga que una semana después en las mismas condiciones ambientales, hay la misma cantidad de 7 metros cúbicos de Hipoclorito remanente.

Ahora los 7 metros cúbicos de Hipoclorito almacenado estarán a una concentración más baja que 100gpl que será la concentración a la cual se le va adicionar el nuevo hipoclorito recibido. También, el Hipoclorito de 11,6 gpl empezó con más concentración iónica (cloratos) comparado con la primera solución mezclada, lo cual incrementa la rata de descomposición de la solución.

Por lo tanto, para el usuario final es mejor tener siempre dos tanques de almacenamiento y usar Hipoclorito de Sodio hasta el nivel más bajo de cada tanque antes de que un nuevo pedido sea recibido. El uso de los dos tanques puede alternarse para obtener mejores resultados. La concentración del Hipoclorito no puede ser controlada si no se cuenta con este sistema de almacenamiento.

2.4.2.3 Tercer Método para reducir la descomposición de Hipoclorito de sodio por formación de cloratos.

En muchas ciudades es común embarcar Hipoclorito de Sodio concentrado (mayor de 60 gpl de cloro disponible) hacia climas calientes y largas distancias de camino y almacenarlo una ó dos semanas antes de ser vendido al usuario final. Si este es el proceso normal del proveedor, éste entregará finalmente un producto de más baja concentración. **Esto no es adecuado.**

La descomposición del Hipoclorito depende de la temperatura. A cualquier temperatura dada, la concentración más alta se descompondrá más rápidamente. Para entender mejor la descomposición del Hipoclorito respecto a la concentración y la temperatura, por favor referirse al documento de la AWWA "Minimizando la cantidad de cloratos, cuando el Hipoclorito es el Ion de Cloración". En resumen, por cada 10°C de incremento en la temperatura de almacenamiento, el Hipoclorito de Sodio se descompondrá a una rata de 3.5 aproximadamente.

Otro indicador relativo de la descomposición del Hipoclorito es la rata constante (k2) de descomposición. La siguiente tabla muestra estos valores de descomposición con respecto a la concentración y a la temperatura.

HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl) % EN PESO						
Temperatura	15.89	13.46	10.82	7.93	4.74	
55	250	189	138	98.2	65.5	
45	80.7	58.7	43.9	30.2	19.3	
35	23.1	17.0	12.2	8.43	5.45	
25	6.33	4.68	3.22	2.19	1.58	
15	1.65	1.15	0.80	0.53	0.30	

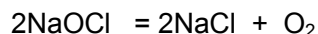
Como se observa en la tabla, el almacenamiento del Hipoclorito a una temperatura aproximada de 15°C reducirá la descomposición del producto. Sin embargo si por el almacenamiento y el embarque la descomposición del Hipoclorito es un problema, éste se podrá solucionar enfriando el producto almacenado antes del embarque y de ser necesario al recibo en el punto de entrega.

En las instalaciones del fabricante es relativamente sencillo el enfriamiento del Hipoclorito usando agua sub enfriada y un intercambiador de calor de placas. En los sitios de distribución de los clientes, es normalmente fácil instalar tanques de almacenamiento, tanques de transporte pequeños, tambores y botellas en cuartos aislados ó edificios con instalaciones de aire acondicionado.

Si el tiempo desde el momento de la producción hasta el sitio final de recibo es mínimo, es común no enfriar el producto durante el almacenamiento pero se recomienda hacerlo en el sitio de destino. Para determinar la mejor opción, todos los cálculos deben hacerse basados en la concentración, la temperatura y tiempo de almacenamiento del Hipoclorito de Sodio.

2.4.3 Otra forma menor de descomposición para el Hipoclorito de Sodio

Aunque el oxígeno generado por la descomposición del Hipoclorito es un problema para el consumidor, ésta es una reacción de menor importancia comparada con la descomposición del Hipoclorito. La reacción es la siguiente:



Si los metales pesados no son removidos del Hipoclorito de Sodio inmediatamente después de su producción, la formación del oxígeno por esta reacción será relativamente alta y causará problemas (ver sección 3.5)

Los metales pesados tales como cobre y níquel contenidos en un Hipoclorito de Sodio causarán un deterioro del producto. Si éstos metales no son removidos después de la producción, la formación de oxígeno puede ser importante. El incremento de la concentración y la temperatura, la disminución de pH y la exposición a la luz en combinación con metales pesados, incrementará la rata de formación de oxígeno e incrementará la pérdida de concentración del hipoclorito de sodio.

Para evitar la compra de un producto de pobre calidad que ocasione la generación de oxígeno y/o la descomposición del mismo, al momento de la compra se debe generar un documento denominado especificación técnica detallada de lo requerido, documento contra el cual se verificará la calidad del producto entregado. (Ver en <http://www.powellfab.com/>)

Si el oxígeno es formado en las carcazas de las bombas cuando no están operando, se causa la misma cavitación que se tiene como si tuviera aire atrapado en la carcasa. La formación de este oxígeno ocasionará que la bomba no trabaje hasta que éste no sea purgado de la carcasa y del sistema de trasiego. Dado que los sistemas de bombeo no son diseñados para eliminar oxígeno fácilmente se perderá algún tiempo de producción. Durante el tiempo en que las bombas no están operando con flujo se podrán causar daños en los sellos de las bombas y en los rodamientos de las bombas magnéticas dado que la misma trabajará en vacío generando costos importantes de mantenimiento. El otro impacto mayor de la formación de oxígeno es la pérdida de la cloración durante este tiempo.

Algunos de los otros síntomas para detectar presencia de oxígeno son los sistemas de trasiego e instrumentación que empiezan a presentar bloqueos cuando el producto no fluye. Esto puede ser un problema mayor si la distribución de tubería no permite ventear los gases acumulados debido a que el oxígeno no puede migrar al punto más alto del sistema y salir. Cuando existe esta acumulación, las medidas de flujo que se presentan son bajas.

Un último indicador de este problema es de acuerdo a la experiencia de algunos productores y consumidores con la explosión de las válvulas cuando éstas están cerradas. Esto se debe a la elevada presión generada dentro de las válvulas de PVC cuando los metales pesados descomponen el Hipoclorito. Este problema es tan frecuente que uno de los productores de válvulas está ofreciendo una “a prueba de explosiones”. Esta válvula tiene un agujero taladrado en la bola de la válvula aguas arriba de la misma. **Para eliminar este problema potencial de seguridad, se debe controlar la compra del blanqueador el cual debe tener bajos niveles en contenido de metales pesados.**

La formación de oxígeno es virtualmente eliminada por la compra de Hipoclorito de Sodio de alta calidad, que contenga solo trazas de Níquel, Cobre y sólidos suspendidos y con el correcto almacenamiento y manejo del producto. Cuando el Hipoclorito de Sodio es usado como producto doméstico con una concentración típica del 7% en peso, no debe contener metales pesados si el contenedor no está ventilado ya que puede generarse el oxígeno en las botellas almacenadas formando una excesiva presión. Esto ocasionará que el producto no pueda ser vendido ya que los contenedores fallarán durante el transporte y manejo. El vendedor ó dueño del contenedor, debe retener estos envases en los puntos de venta de los almacenes.

3.0 Calidad del Hipoclorito de Sodio

El consumidor de Hipoclorito de Sodio debe preocuparse por la calidad del producto que está comprando. Especificando un hipoclorito de alta calidad que sólo contenga trazas de níquel, cobre y sólidos suspendidos, así como un correcto almacenamiento y manipulación del producto, se alcanzarán los siguientes beneficios:

- Bajos niveles de cloratos en el Hipoclorito entregado.
- La descomposición del producto puede reducirse y por lo tanto se reducirá también la formación de cloratos.

- La sedimentación de los sólidos suspendidos será eliminada en los tanques, bombas, tuberías e instrumentos.
- Se producirán mínimas cantidades de oxígeno.
- Se incrementará la seguridad en los sistemas de tubería de PVC por eliminación de rupturas de las mismas.

Sin embargo se deben hacer las siguientes verificaciones al producto recibido:

3.1 Concentración

La concentración del Hipoclorito de Sodio es determinada por titulación. (Ver sección 5 Referencias).

El consumidor debe considerar la concentración del producto recibido ya que ésta puede afectar los niveles de clorato. Es importante para el comprador utilizar una nomenclatura estándar como gramos por litro de cloro disponible para especificar la concentración del producto.

3.2 Exceso de Hidróxido de Sodio (soda cáustica)

La concentración del exceso de soda cáustica ó alcalinidad es determinada por titulación. Ver las referencias de la sección 5.

La cantidad mínima de exceso de soda cáustica en aplicaciones normales es 0,3 gpl, con un pH aproximado de 11,86. Si la gravedad específica del Hipoclorito de Sodio es de 1,2, los 0,3 gpl de exceso de cáustica podrán ser 0.025% en peso. Cualquier cantidad de exceso de cáustica por debajo de 0.025% causará una caída de pH con el tiempo, lo cual producirá también una rata de descomposición más rápida.

Si el Hipoclorito de Sodio es diluido por el comprador en el almacenamiento luego de ser recibido, el pH debe ser más alto que 11,86 ya que la dilución ocasiona una disminución en el pH de la solución. Sin embargo en la práctica éste problema casi nunca ocurrirá debido al exceso de soda cáustica que viene desde la producción.

Niveles altos de exceso de soda cáustica por encima de 4.0 gpl ó pH mayores de 13, producirán una ligera elevación de la rata de descomposición que cuando el pH es de 11,86. Los 4.0 gpl se refieren a 0.35% en peso de cáustica en exceso si la gravedad específica del Hipoclorito de Sodio es 1,2.

3.3 Carbonato de sodio

Por la naturaleza del proceso el carbonato de sodio está en la solución del Hipoclorito de Sodio, pero si éste tiene bajas cantidades de sólidos suspendidos no afectará en su uso y en algunos casos harán el producto más estable. Dependiendo del proceso de fabricación del Hipoclorito, el carbonato de sodio puede venir de algún hidróxido de sodio. El carbonato también se puede formar cuando el aire se introduce en el proceso de fabricación del hipoclorito de sodio.

El único caso donde el carbonato de sodio puede causar problemas para el Hipoclorito es cuando éste último tiene altos niveles de sólidos suspendidos, entonces el carbonato de sodio ayudará a aglomerar los sólidos suspendidos en partículas grandes que se precipitarán en el fondo del tanque, bombas y tuberías como compuestos insolubles. Con el tiempo este sistema necesitará mantenimiento debido a la obstrucción de las bombas, tubería e instrumentación. Si bien el contenido de carbonato siempre es chequeado en la solución de Hipoclorito de Sodio, se aceptarán contenidos hasta de 1% en peso. Por favor remitirse al punto 3.5 del documento.

3.4 Gravedad específica

La gravedad específica de una solución es la relación del peso de la solución respecto al agua. Si el producto tiene una gravedad específica de 1,2 entonces, un galón de este hipoclorito pesará 4,54 kg. La gravedad específica del Hipoclorito puede variar debido a la cantidad de exceso de soda cáustica en la solución

La mayoría de las tablas que muestran la cantidad de cloro disponible en gpl y la gravedad específica de la solución, fueron creadas hace 40 ó 50 años y muestran que los niveles de exceso de cáustica eran más altos que los actuales. Esto se debe a que la tecnología de fabricación ha mejorado el punto final de la reacción entre cloro y la soda cáustica.

Las tablas antiguas muestran que 120 gpl de cloro disponible con 0.73% en peso de exceso de cáustica tiene una gravedad específica de 1,168 a 20 grados centígrados. Si el exceso de soda cáustica es eliminado, la gravedad específica será aproximadamente de 1,157. Normalmente el Hipoclorito de Sodio producido por procesos continuos tendrá 0.2% en peso de exceso de soda aproximadamente y tendrá una gravedad específica de 1,160 en 120 gpl. Se puede asumir entonces que hay contenidos de sal en la solución del Hipoclorito y que existen bajos niveles de cloratos. Información adicional puede ser encontrada en los procedimientos de titulación disponibles en la sección 5 de la referencia.

3.5 Remoción de sólidos suspendidos y metales pesados.

Existen muchos usuarios que no tienen en cuenta el contenido de los sólidos suspendidos a menos que existan contaminantes visibles cuando el producto es recibido, siendo éste un gran error. Los sólidos suspendidos en el producto no son normalmente visibles y no cambian apreciablemente el color del producto. Durante el tiempo de almacenamiento y el bombeo del producto éstos sólidos suspendidos se precipitarán en el tanque, bombas, tuberías y válvulas e instrumentos haciendo que la alimentación del sistema no funcione. Removerlos causará un costo adicional de mantenimiento.

Existe una prueba para determinar los sólidos suspendidos (Ver Sección 5 referencias. 5.6 Prueba de calidad de sólidos suspendidos para Hipoclorito usando filtración de vacío) la cual consiste en hacer pasar un litro de producto a través de un filtro de 0.8 micrones a 20 pulgadas de vacío de mercurio midiendo el tiempo de filtración. Si el producto pasa la prueba en tres minutos ó menos, éste contiene la mínima cantidad de sólidos suspendidos y puede ser aceptado del productor.

El productor del Hipoclorito tiene dos alternativas diferentes para obtener los resultados requeridos. El primer método de fabricación es de un productor que usa el cloro desde los carro tanques, soda cáustica al 50% y agua suavizada. Como los sólidos suspendidos no pueden controlarse durante la producción debido al número de variables, el producto final debe ser filtrado con un sistema de alta eficiencia, en donde las partículas sean retenidas en el nivel de tamaño de los sub-micrones. Normalmente esto es realizado con un sistema de filtro que usa perlita o tierra diatomácea como medio filtrante. Casi nunca es requerida una filtración usando filtro de cartucho debido al costo y a las limitaciones en la rata de flujo y en los tamaños de partícula.

El segundo método de fabricación es el de un productor de cloro que usa celdas de membrana utilizando el vapor de cloro que viene directamente de las celdas y haciéndolo reaccionar con la soda cáustica y que ha sido diluido con agua suavizada ó desmineralizada. Dado que en el punto de fabricación, la soda cáustica y el cloro son extremadamente puros y el agua no tiene contaminantes, el producto final será exageradamente puro y tendrá una cantidad despreciable de sólidos suspendidos ocasionando que el blanqueador producido pase la prueba de sólidos en menos de tres minutos.

3.6 Partes por millón de clorato

Para la comercialización del Hipoclorito de Sodio, el límite normal de cloratos es de 1500 mg/litro (1500 PPM). La prueba de cloratos no es fácil de realizar por lo que se debe acudir a un laboratorio especializado. Ver las referencias de la sección 5.

Como se ha discutido anteriormente el fabricante puede controlar la cantidad de cloratos formados durante la producción limitando la concentración final del producto, la temperatura de producción y controlando el pH durante la reacción. El fabricante puede ayudar también a controlar la cantidad de clorato formado haciendo una entrega rápida del producto después de la producción. Si el producto es de una pureza elevada con bajos niveles de sólidos suspendidos y de metales pesados se lograrán reducciones en la formación de cloratos.

También como se ha discutido en secciones anteriores los cloratos pueden ser minimizados por reducción de la concentración del producto y de la temperatura durante el almacenamiento final.

3.7 Partes por millón de Níquel y Cobre

Los contenidos normales de Níquel y Cobre en el Hipoclorito son 50 PPB (partes por billón) ó menos. Si el blanqueador está muy bien filtrado los contenidos de Níquel y Cobre estarán por debajo de 10 PPB.

El Níquel se encuentra normalmente en la soda cáustica del 50%. Algunos métodos de fabricación de Hipoclorito de Sodio producen elevados contenidos de Níquel que por consiguiente aparecerán en el producto final.

El Cobre aparece en el Hipoclorito de Sodio usualmente debido a las líneas de cobre que se utilizan para conducir el agua de proceso ó el agua de dilución.

Dado que los metales pesados pueden ser filtrados con sistemas de filtro de niveles de sub-micrones, el comprador puede especificar en el producto que desea adquirir, la cantidad de metales pesados que podría aceptar. Normalmente un bajo contenido de metales pesados indica que habrá muy pocos sólidos suspendidos en el producto final. Siempre el nivel de sólidos suspendidos debe ser especificado y comprobado.

3.8 Partes por millón de hierro

El contenido normal de hierro debe ser menor de 0.5 PPM. Estos contenidos no influyen en la descomposición producto. Si los niveles de hierro se exceden en más de 1 PPM aproximadamente, el Hipoclorito de Sodio empezará a tomar un color pardo rojizo. Entre más alto sea el contenido de hierro más pronunciado será el cambio de color.

El único método por el que el fabricante puede lograr estos niveles de hierro, es con un sistema de filtración de alta calidad (con niveles de filtración de sub-micrones). La especificación de los niveles de hierro en el Hipoclorito es otra herramienta que el comprador puede utilizar para verificar si el producto es de alta calidad.

4.0 Transporte, almacenamiento y manejo del Hipoclorito de Sodio.

Todos los puntos anteriores han sido enfocados hacia la calidad para la compra del Hipoclorito de Sodio pero el consumidor también deberá verificar la forma de transporte, almacenamiento y manejo correcto del producto hasta el sitio de la entrega.

4.1 Transporte del Hipoclorito de Sodio

4.1.1 Carro tanques.

Estos son tanques montados sobre estructuras rodantes con una quinta rueda conectada a un cabezote. Estos carro tanques son usado para entregar altos volúmenes de Hipoclorito en las instalaciones del cliente. Estos vehículos pueden entregar desde 15 metros cúbicos hasta 22 metros cúbicos al mismo tiempo. Los tanques pueden ser de diferentes diseños y los materiales de fabricación de los tanques son acero ó fibra de vidrio con plástico reforzado (FRP). Sin embargo, todos los materiales deben ser resistentes al contacto con el Hipoclorito de Sodio.

Hay muchos materiales utilizados como barrera de protección contra la corrosión que eliminan daños estructurales y contaminación causados por el Hipoclorito de Sodio. Algunos de los recubrimientos son caucho, PVC, Halar, Tefzel, y otros materiales no metálicos. Cuando los contenedores están bien construidos los carro tanques de FRP son los más recomendados para el transporte del Hipoclorito de Sodio. No se deben usar tanques de acero con revestimiento de FRP debido a las diferencias de los coeficientes de expansión. En los Estados Unidos y Canadá los carro tanques fabricados con FRP están reemplazando los de acero revestidos debido a su larga vida útil. Los carro tanques de FRP se han usado por 30 años comprobando que cuando están bien construidos son la mejor opción para el transporte de Hipoclorito de Sodio.

Si se presentan defectos en los recubrimientos se producirán daños en el cuerpo estructural de los tanques por lo que se recomienda realizar una inspección anual detallada y de ser necesario realizar reparaciones menores antes que el daño sea más grande.

Si los recubrimientos empiezan a fallar antes de la inspección el usuario podrá observar dos cambios en el producto recibido así: Primero: si el tanque es de acero, el contenido de hierro en el Hipoclorito se incrementará cuando este tanque sea usado para la entrega del producto. Segundo: Se encontrarán incrementos en la cantidad de sólidos suspendidos.

El comprador debe solicitar una limpieza del tanque si lo ve contaminado. Esto puede suceder si la compañía de transporte utiliza éstos mismos vehículos de carga para entregar otros productos que son compatibles con el Hipoclorito pero que pueden contaminar el producto como el hidróxido de sodio.

4.1.2 Transporte de mini-tanques sobre Plataforma de camión.

Algunos clientes pueden requerir entregas de sólo 7 a 12 metros cúbicos de Hipoclorito y simultáneamente requerir 7 a 12 metros cúbicos de hidróxido de sodio. En estos casos se pueden montar sobre plataforma, mini-tanques de ésta capacidad disminuyendo los costos de transporte y brindando a la vez flexibilidad logística.

4.1.3 Tanques de Polietileno.

En los Estados Unidos están siendo ampliamente utilizados los tanques de polietileno de 1 a 2 metros cúbicos, con ó sin estructuras de acero, para el transporte de Hipoclorito. Estos son colocados sobre plataformas. Estos contenedores son usados para despachos donde el cliente necesita solamente de 2 a 3 metros cúbicos por semana.

4.1.4 Tambores y contenedores de 55 & 5 galones americanos.

Es también usual transportar cantidades pequeñas de Hipoclorito de Sodio en envases plásticos de 1.5 hasta 200 litros sobre una plataforma de un camión, para lo cual los recipientes se clasifican y ordenan según el tamaño. Para éstas capacidades es usual que el contenedor sea construido con materiales plásticos que en su formulación tengan protección a los rayos ultravioleta. Algunos de éstos tendrán tapas con venteo para que el oxígeno liberado del producto pueda salir, sin embargo esto no es posible para los envases de bajas capacidades por lo que se debe asegurar que el Hipoclorito envasado sea de alta calidad, libre de metales para evitar la deformación de las botellas por la sobre presión generada por la liberación de oxígeno. En estos casos es altamente recomendable la filtración del Hipoclorito antes del despacho.

No se debe olvidar que algunos tipos de envases son retornados para ser llenados nuevamente, por lo que un Hipoclorito filtrado reducirá la cantidad de lavados necesarios antes de ser llenados nuevamente.

4.2 Almacenamiento

4.2.1 Materiales de construcción

Para la construcción de tanques de almacenamiento de Hipoclorito de Sodio se pueden usar diversos materiales. Dos de los materiales más usados son: polietileno lineal y reticulado y fibra de vidrio con plástico reforzado. Otros tipos incluyen acero al carbón recubierto con caucho ó titanio. En algunos países en donde éstos materiales no se encuentran disponibles ó la calidad de la fabricación no es la mejor se utilizan tanques en concreto recubiertos en PVC ó CPVC.

La selección de materiales depende básicamente del capital disponible, la localización del tanque y la vida útil requerida. Algunos tanques pueden durar solamente entre 3-5 años y si las especificaciones y el mantenimiento son adecuados, pueden alcanzar los 10 a 15 años. El único material con vida útil por encima de los 30 años es el Titanio.

4.2.2 Consideraciones para la instalación y el diseño.

Muchas consideraciones son necesarias para una buena instalación. Algunas de ellas son las siguientes:

- El montaje del tanque en una base apropiadamente diseñada para soportar la carga total.
- Especificar la instalación del tanque considerando los códigos sísmicos, vientos, carga por la nieve y todas aquellos efectos físicos y ambientales que sean posibles en la zona específica.
- Anclaje apropiado de la base del tanque.
- Instalar juntas flexibles en todas las bridas del tanque que conecten a las tuberías rígidas de servicio al mismo de tal forma que se puedan absorber las posibles expansiones de la red de tuberías.
- Incluir los indicadores de nivel con las alarmas requeridas.

- Revisar los sistemas de rebose y ventilación y diseñarlos como sea requerido.
- Revisar las bocas de acceso, man-holes, pasa-manos, escaleras y diseñarlos como sea requerido.
- Proveer la suficiente iluminación para tener condiciones seguras de funcionamiento.
- Incluir facilidades de almacenamiento para contener escapes de líquidos como sea requerido.

4.2.3 Polietileno

Este tipo de tanques puede ser construido de polietileno lineal o reticulado y usualmente son cilindros verticales con una fondo plano y un domo. Algunos fabricantes usan una resina especial para el Hipoclorito de Sodio. En el exterior los tanques pueden ser pintados de blanco y tener una película de protección contra los rayos ultra violeta.

Los precios de estos tanques son altamente competitivos. Sin embargo dado que ellos pueden tener una vida útil entre 5 a 7 años deben ubicarse convenientemente en el interior ó exterior, en un sitio de fácil acceso para poder reemplazarlos cuando éstos fallen.

El mayor problema de los tanques de polietileno es la instalación de las bridas localizadas bajo el nivel del líquido. En el pasado se han utilizado construidos en PVC. Sin embargo para estas posiciones lo más conveniente es usar accesorios de titanio asegurados con tornillos y tuercas de titanio. En la parte del tanque donde no maneja líquidos sino vapores de Hipoclorito se aceptan accesorios para conectar, en PVC. Esto también se puede aplicar para tanques de bajas capacidades y donde los tiempos de parada para reparaciones no son significativos para el rendimiento general de la operación. Sin embargo siempre se deben usar empaques de Viton® .

4.2.4 Plástico reforzado con Fibra de vidrio

El uso de tanques de almacenamiento para Hipoclorito en fibra de vidrio es común y si éstos son diseñados apropiadamente pueden ser una de las mejores opciones para almacenar el producto. Desde luego si éstos tanques, no son construidos con las especificaciones apropiadas no serán la mejor selección. Tanques de FRP construidos apropiadamente pueden tener una vida útil de hasta 10-15 años ó más con inspecciones y reparaciones de las barreras de corrosión cada dos años como mínimo. Un inapropiado diseño y construcción resultará en una barrera de corrosión que fallará y causará daños estructurales en 3 a 5 años requiriendo un reemplazo total del tanque.

Las especificaciones típicas para los tanques de FRP incluyen el uso de manto u “ortho wound” pero no de filamento dada la falla de la barrera de corrosión, en un tanque de filamento herido el cual producirá wicking del hipoclorito de sodio alrededor del aislamiento continuo de la fibra de vidrio usada en una parte estructural del tanque. Esto debilitará la estructura del tanque y puede producir un fracaso de éste.

Las resinas vinílicas de éster son usadas como barrera de corrosión y como capa estructural con dos capas de velo. La barrera contra la corrosión no debe utilizarse para conformar la estructura y debe ser catalizada y curada con BPO/DMA y un tiempo adicional de post-curado de 4 horas.

Para especificaciones detalladas de tanques de FRP de Hipoclorito de Sodio, ver la sección 5 de las referencias.

Los tanques de FRP laminados con PVC y otros materiales contra la corrosión han tenido éxito dependiendo del método de elaboración y para eso es conveniente contactar a un buen fabricante de este tipo de tanques. Sin embargo se debe ser más cuidadoso para detectar fugas del recubrimiento interior antes de que el Hipoclorito alcance a atacar el cuerpo de FRP. Sólo se debe usar tejido u ortho para la fabricación del cuerpo estructural de tal forma que el solo tanque de FRP satisfaga las especificaciones de estructurales en caso que el recubrimiento interno de PVC llegue a fallar.

4.2.5 Acero recubierto con caucho

Los tanques de acero al carbón recubiertos con caucho con un espesor $\frac{1}{4}$ de pulgada y que en su formulación incluyan cloro-butyl han sido usados satisfactoriamente para el almacenamiento del Hipoclorito de Sodio. Estos revestimientos requieren de experiencia en la aplicación y un curado al calor. Desafortunadamente, dependiendo del tipo de caucho y de la habilidad de la aplicación la vida útil de estos tanques es de 3 a 6 años, tiempo en el cual el recubrimiento es reemplazado totalmente.

El reemplazo del caucho o recubrimiento se puede hacer en las mismas instalaciones para facilitar el trabajo. Sin embargo si la falla del recubrimiento no se reconoce a tiempo el tanque de acero podrá sufrir el ataque químico del Hipoclorito de Sodio que producirá no sólo contaminación del producto con hierro sino también daño estructural al tanque.

Por estas razones los tanques de acero recubiertos con caucho no son usados normalmente para el almacenamiento del hipoclorito aunque pueden utilizarse como tanques de proceso por su resistencia estructural bajo regímenes de presiones diferentes

4.2.6 Titanio

Los tanques de Titanio son la mejor opción para almacenar el Hipoclorito de Sodio. El grado normal usado comercialmente es el puro N° 2. Sin embargo el costo de éstos es demasiado alto a menos que haya un requisito de vida útil de los tanques ilimitada y ninguna falla sea aceptada.

Normalmente los tanques de Titanio son usados como tanques de proceso para ocuparse de aplicaciones especiales como reactores a presión ó como tanques de almacenamiento pequeños, si no se aceptan pérdidas de tiempo por reparaciones

4.3 Materiales de Fabricación.

4.3.1 Materiales incompatibles para la fabricación.

Si se utilizan los materiales inadecuados para la fabricación en alguna proporción podrán llegar a contaminar el producto lo cual producirá una descomposición acelerada y una formación potencial de oxígeno dependiendo de los materiales seleccionados. Deben evitarse todos los metales diferentes al titanio, tantalio, plata, oro y platino. Metales como el acero inoxidable, Hastolloy®, Monel®, bronce, ó cobre no deben ser incluidos por ninguna razón. Los materiales incompatibles pueden encontrarse en las bombas, sellos de las bombas, líneas de flujo de agua, electrodos en tubos de flujo magnéticos, sellos de diafragma para los manómetros e interruptores, termo pozos y elementos normales de tubería como mangueras y válvulas.

Aunque la tubería de cobre es típicamente usada para aplicaciones industriales para suministro de agua y para el trasiego de agua suavizada por tuberías, este material no debe ser utilizado para el agua de dilución en la producción del blanqueador ó para facilitar la dilución de la soda cáustica ó del Hipoclorito. Cantidades muy pequeñas de metales incompatibles pueden producir grandes descomposiciones del producto y formación de oxígeno. El consumidor debe revisar cada componente del sistema, incluso todos los instrumentos para asegurar que no se está usando ningún material incompatible.

4.3.2 Materiales compatibles de construcción

La mayoría de equipos que van a estar en contacto con el Hipoclorito de Sodio debe ser fabricados en Titanio. El tantalio se usa para los electrodos en los medidores magnéticos de flujo y en sellos de diafragma. Plata y Platino son utilizados para los electrodos de medición del potencial de oxido-reducción ORP. No debe haber ningún otro metal en contacto con el Hipoclorito de Sodio excepto en aplicaciones especiales en donde se utilizarán combinaciones de platino-iridio ó de titanio-paladio.

La lista de materiales no metálicos adecuados para el manejo del Hipoclorito de Sodio incluye: PVC, Teflón, Tefzel, kynar, Halar, Polietileno, FRP y co-polímeros tales como se muestra en la sección 4.5.2. CPVC es un material que se encuentra en la lista pero que se usa desde hace pocos años y tiene la tendencia a ponerse quebradizo por lo que el riesgo de fracturas es más alto que con el PVC.

Muchos de los materiales no metálicos son usados como recubrimiento de la parte que va a estar en contacto con el producto. Los no metálicos proporcionan una protección contra la corrosión y los metales proporcionan la fuerza estructural. Cualquier material no metálico expuesto al sol debe llevar una barrera contra los rayos UV. La pintura para la protección de los rayos UV es muy costosa y cuando se utiliza FRP se recomienda aplicar un recubrimiento de gel metálico. Dado que este recubrimiento se deteriora con el tiempo se deben aplicar nuevas capas regularmente.

4.4 Bombas

Para la adecuada selección de las bombas para el manejo del Hipoclorito de Sodio se debe considerar el tipo de aplicación y el material de construcción, pueden dividirse en centrífugas ó bombas de diafragma con desplazamiento positivo. En cualquier aplicación el único metal aceptable es el titanio. Sin embargo muchas bombas no metálicas pueden usarse con ó sin metal estructural ó componente de FRP.

Una de las mejores bombas centrífugas para el manejo del Hipoclorito de Sodio es la de titanio. Sin embargo éstas son costosas comparadas con otras opciones y el diseño no puede evitar el uso de sellos. Hay muchos sellos disponibles para estas bombas y el comprador debe remitirse al fabricante para recomendaciones detalladas. Cualquier sello normalmente durará de 3-5 años y luego necesitará ser reemplazado. Como los sellos de buena calidad son costosos dependiendo de la aplicación se podrá utilizar una bomba magnética menos costosa que naturalmente durará menos que una bomba de titanio.

Por consiguiente para las aplicaciones centrífugas la mejor opción es una bomba magnética de acero recubierto de materiales como Teflón® y Tefzel®. La vida útil esperada para estas bombas es de 3-7 años pero dependiendo de la bomba, pueden comprarse dos ó tres con el excedente del costo de una bomba de titanio. Si se usa una bomba magnética es necesario utilizar un monitor de corriente para prevenir que la bomba trabaje al vacío y dañe el eje y los rodamientos entre otras partes.

Existen muchas opciones de suministro de bombas de diafragma de excelente calidad para aplicaciones de flujo pequeños. Los diafragmas pueden ser de Teflón® ó de algunos compuestos de caucho. Sin embargo el tipo Viton® es la opción preferida. EPDM también ha sido exitoso pero no tiene tanta vida útil como el Viton®.

4.5 Tubería

4.5.1 PVC

La selección normal para tuberías de baja presión es el PVC calibre 80 tipo socket soldado. No se deben usar en lo posible conexiones roscadas en tuberías que manejan Hipoclorito de Sodio, no se deben usar filamentos como acoples si es posible. Con el tiempo un acople roscado tendrá la tendencia a gotear y a reducir la resistencia estructural.

Para presiones por encima de 3.5 BAR la tubería de PVC no debe ser utilizada por la tendencia a fallar y ocasionar riesgos innecesarios. En caso de utilizar PVC en este nivel de presiones se recomienda usar motores de arranque suave en las bombas y empezar con bajas aperturas y cierre de válvulas en caso que se utilicen válvulas automatizadas para iniciar o suspender el flujo. La velocidad en las de tubería en PVC para el hipoclorito de sodio, no debe exceder los 210 cm/seg sin embargo los mejores resultados serán obtenidos si las velocidades son conservadas por debajo de 150 cm/seg. Es necesario tener cuidado de usar un limpiador de grado industrial y el pegante del PVC y seguir las instrucciones de montaje del fabricante. Si el PVC se instala en exteriores se debe aplicar una capa de protección contra los rayos UV.

4.5.2 Tubería con revestimiento.

La mejor recomendación para redes de tubería de altas presiones ó una vida útil larga son las tuberías recubiertas internamente, normalmente el Teflón® es utilizado incluyendo los acoples de expansión adecuadamente especificados. Otros revestimientos pueden ser PTFE diseñados a 150 Libras. Estos sistemas son costosos pero tienen una vida útil de 20 a 30 años de servicio. Otros revestimientos tales Kynar, Tefzel, y Halar pueden ser usados pero considerando su costo en la vida útil y en el éxito de las aplicaciones sigue siendo el PTFE la mejor opción.

4.5.3 Tubería de Titanio

La tubería de Titanio de calibre de 5 a 10 se puede usar para tendidos extensos de líneas de conducción de Hipoclorito de Sodio. Estos son sistemas soldados con acoples de expansión, diseñados cuidadosamente. En algunos sistemas más extensos de tubería el titanio puede ser el de mejor costo efectivo comparado con un sistema de tubería con revestimiento y un mejor desempeño se puede obtener dado que se pueden eliminar una parte importante de las juntas bridadas.

4.5.4 Tubería de FRP

El FRP estándar disponible normalmente no ha tenido mucho éxito en las aplicaciones de Hipoclorito de Sodio. Si la tubería es fabricada correctamente con los materiales adecuados, con las barreras de corrosión y con los sistemas catalíticos de FRP, este material puede ser exitoso. Las tuberías de FRP deben evitarse si el comprador no tiene la experiencia en el montaje y mantenimiento.

Si se selecciona tubería FRP debe acudir a la experiencia de un fabricante calificado. Las especificaciones de la tubería de FRP son similares a las de los tanques del mismo material.

4.6 Válvulas

En general los materiales de las válvulas pueden ser iguales a los de los de la red de tubería, en consideraciones de construcción, compatibilidades y peso. Sin embargo la primera válvula del tanque en la conexión de salida debe ser de una alta calidad y generalmente se utilizan las de tipo tapón de acero recubierto, bola ó mariposa. Se recomiendan los mecanismos de apertura para manejar los casos de altos torques y así reducir el estrés en las boquillas de conexión.

Se han utilizado con éxito diversos tipos de válvulas para el Hipoclorito de Sodio. Sin embargo típicamente los sellos pueden ser de Teflon® y compuestos como Viton® para o-rings y diafragmas.

4.7 Empaques

En el montaje de las tuberías no metálicas se deben usar bajos torques para evitar los daños en las bridas por lo que los empaques hechos en Viton® ó Teflon® (WR Gore) son los más recomendados. Una segunda opción es el EPDM. Los empaques de Teflon® no se pueden usar dado que requieren un alto torque por la dureza de los mismos.

Los empaques de Teflon® expandidos pueden ser usados en tuberías metálicas con revestimiento interno o en tuberías de titanio, igualmente en las bridas de las bombas e intercambiadores de calor

Debido a las consideraciones de precio los empaques de EPDM son aceptables para las placas de los intercambiadores de calor.

4.8 Instrumentación

Hay muchos tipos de instrumentos utilizados para el Hipoclorito de Sodio. Existen muchos plásticos ó materiales revestidos como PVC, CPVC, Teflón, Tefzel, Halar, y otros, que trabajan bien para el manejo del Hipoclorito. En cuanto a la instrumentación metálica solamente el Titanio y el Tantalio pueden ser seleccionados para entrar en contacto con el Hipoclorito de Sodio, cuando se selecciona un metal en alguna parte de la construcción del instrumento. Para los electrodos medidores de pH, ORP y los sensores de flujo magnético los metales aceptados de llegarse a requerir son: plata, platino, oro, tantalio ó titanio.

Dado que solo pequeñas cantidades de níquel descompondrán el Hipoclorito de Sodio rápidamente, el Hastelloy® no debe ser usado. Sin embargo es común encontrar en las tablas de corrosión que este material tiene unos niveles de corrosión aceptados en las aplicaciones donde el Hipoclorito de Sodio es manejado. Deben entenderse bien la tablas, ellas se refieren a la rata de corrosión pero no cubren el efecto de esa corrosión en el producto manejado.

Dada la diversidad de aplicaciones de instrumentación es imposible cubrir todas las necesidades. Para la medición de flujo de Hipoclorito, la instrumentación más comúnmente aceptada son los medidores magnéticos o los másicos, un buen control de flujo se logra con válvulas de bola o globo, de buena calidad, metálicas y recubiertas. Estas válvulas se deben configurar con aire para abrir, resorte para cerrar con posicionadores de 4 a 20 mA..

Bibliografia.

- 5.1 Minimizing Chlorate Ion Formation in Drinking Water when Hypochlorite Ion is the Chlorinating Agent**
Published by American Water Works Association (AWWA) Research Foundation
Prepared by Gilbert Gordon and Luke Adam, Miami University, Oxford, Ohio & Bernard Bubnis, Novatek, Oxford, Ohio
Available at: AWWA Research Foundation
- 5.2 Bleach Stability and Filtration (3306)**
Present at AWWA Water Quality Technology Conference, November 1996
Prepared by Gilbert Gordon, Miami University, Oxford, Ohio & Bernard Bubnis, Novatek, Oxford, Ohio
Available at: www.powellfab.com
- 5.3 Bleach Decomposition: Manual Calculation Method (3305)**
Prepared by Bernard Bubnis, Novatek, Oxford, Ohio
Available from Powell Fabrication & Manufacturing Inc
- 5.4 Effectiveness of Filtering Liquid Bleach (3670)**
Prepared by Hung A Pham, Miami University, Oxford, OH
Available at: www.powellfab.com
- 5.5 The Weight Percent Determination of Sodium Hypochlorite, Sodium Hydroxide, Sodium Carbonate and Sodium Chlorate in Liquid Bleach (1250)**
Prepared by Bernard Bubnis, Novatek, Oxford, Ohio
Available at: www.powellfab.com
- 5.6 Suspended Solids Quality Test for Bleach Using Vacuum Filtration (3370)**
Prepared by Bernard Bubnis, Novatek, Oxford, Ohio
Available at: www.powellfab.com
- 5.7 Liquid Sodium Hypochlorite Specification (99)**
Prepared by Powell Fabrication and Manufacturing, Inc
Available at: www.powellfab.com
- 5.8 Sodium Hypochlorite Safety and Handling, Pamphlet 96**
Prepared by The Chlorine Institute, Inc.
Available at: The Chlorine Institute, Inc.: www.ci2.com
- 5.9 Sodium Hypochlorite Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Storage Tank Specification (250spec)**
Prepared by Powell Fabrication & Manufacturing, Inc.
Available at: www.powellfab.com

Powell

Fabrication & Manufacturing Inc

740 East Monroe Road St. Louis MI 48880

Phone 989.681.2158 Fax 989.681..5013

e-mail info@powellfab.com website www.powellfab.com

L:\Literature\Spanish Documents\810 R3.doc