

Estabilidad y descomposición de las disoluciones de peróxido de hidrógeno (*)

por **E. Trabal**

Director Técnico Comercial de Foret, S. A.

Varios investigadores han establecido que el peróxido de hidrógeno puro a cualquier concentración en ausencia de catalizadores que lo contaminen y en containers muy limpios de materiales no catalíticos, es una sustancia muy estable. Así, por ejemplo, una disolución al 90 % de peróxido de hidrógeno en agua muy pura y sin estabilizar, en un container con una relación de superficie a volumen igual a $0,7 \text{ cm}^{-1}$ y a 50°C , dio un porcentaje de descomposición no superior a 0,001 % por hora. En presencia de una pequeña cantidad de estabilizador tal como estannato sódico o pirofosfato de 8-hidroxiquinoleína, esta cifra se redujo hasta 0,0003 % por hora, trabajando en idénticas condiciones. El valor correspondiente a 30°C fue de 0,00006 % por hora, o sea, 0,5 % por año. Se han realizado cuidadosos estudios con peróxido de hidrógeno, sin estabilizar, a inferiores concentraciones, obtenidas por dilución de las soluciones más concentradas disponibles con agua muy pura, e indican que el porcentaje de descomposición aumenta, aunque tan sólo ligeramente, en el margen de soluciones de peróxido de hidrógeno comprendidos entre 95 % y 40 %.

Sin embargo, aunque el agua de dilución esté purificada rigurosamente y se preste gran cuidado en dicho proceso para evitar la entrada de contaminantes, la tasa de descomposición de estas disoluciones puede mostrar un notable incremento sobre la disolución inicial concentrada. Así, Giguère y Geoffrion observaron que al diluir con agua destilada el peróxido de hidrógeno al 90 %, sin estabilizar, las soluciones obtenidas mostraban invariablemente una mayor tendencia a la descomposición, de modo que era preciso añadir una pequeña cantidad de estannato sódico para alcanzar la estabilidad requerida.

Si bien el porcentaje de descomposición de las soluciones de peróxido de hidrógeno excesivamente purificadas es muy bajo, resulta prácticamente imposible alcanzar las condiciones ideales de perfecta pureza y ausencia de efectos catalíticos de las paredes de los containers o de impurezas disueltas o en suspensión.

De hecho, la descomposición se reduce al mínimo durante el almacenaje o el uso, controlando los siguientes factores:

1. Producción del peróxido de hidrógeno en estado de gran pureza.
2. Adición de determinadas sustancias denominadas estabilizantes, que compensan el efecto de impurezas por catalizadores o superficies de los containers.
3. Control del medio ambiente al cual se exponen las disoluciones de peróxido de hidrógeno.

En los comienzos de la fabricación de peróxido de hidrógeno, se añadía considerable cantidad de aditivos con el objeto de aminorar su descomposición. La evolución desde la obtención a partir de peróxido de bario, pasando por el método electrolítico, hasta la actual obtención por óxido-reducción empleada mundial-

* Conferencia pronunciada en el Instituto de Investigación Textil, con motivo de la celebración del I Seminario sobre «Blanqueo de la lana».

mente, ha permitido la producción de peróxido de hidrógeno mucho más puro. Es absolutamente cierto que la producción y mantenimiento de una elevada pureza proporciona la mejor garantía de que el peróxido de hidrógeno será estable durante el almacenaje. Sin embargo, para proteger de una posible contaminación o porque una rigurosa purificación pueda resultar antieconómica, siguen aplicándose estabilizadores en muy pequeña proporción.

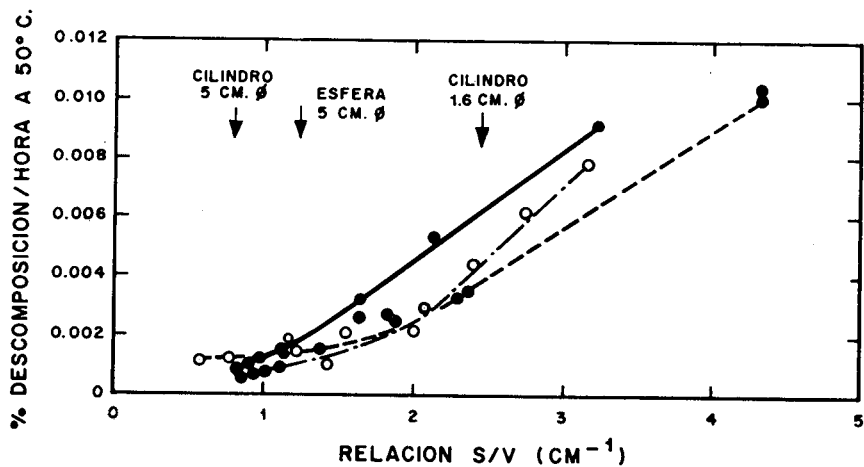
EFFECTO DE LA RELACION SUPERFICIE A VOLUMEN Y NATURALEZA DE LAS SUPERFICIES SOBRE LA ESTABILIDAD DEL PEROXIDO DE HIDROGENO

Experimentos realizados en recipientes de vidrio «Pyrex» a escala de laboratorio y a 50°C, han mostrado que el porcentaje de descomposición de las soluciones de peróxido de hidrógeno puras, en estas condiciones, es casi proporcional a la relación de superficie a volumen en un considerable margen.

Se muestran en la figura 1 ensayos realizados sobre agua oxigenada de gran pureza, al 90 % sin estabilizar y peróxido de hidrógeno anhidro. Es evidente, que si bien las curvas para las elevadas relaciones de superficie a volumen son prácticamente lineales, tienden a allanarse a relaciones inferiores, dando valores de 0,005 a 0,001 % de agua oxigenada descompuesta por hora a 50°C. Las curvas se desplazarían dando valores inferiores en presencia de estabilizadores. Ya he indicado que se han registrado valores tan bajos como el orden 0,0003 % de descomposición por hora a 50°C. En las curvas que se han proyectado, a pesar de mantenerse las máximas precauciones, hay mínimas cantidades de impurezas absorbidas durante el manejo en el laboratorio de las muestras, y que son probablemente las responsables de los mayores porcentajes de descomposición.

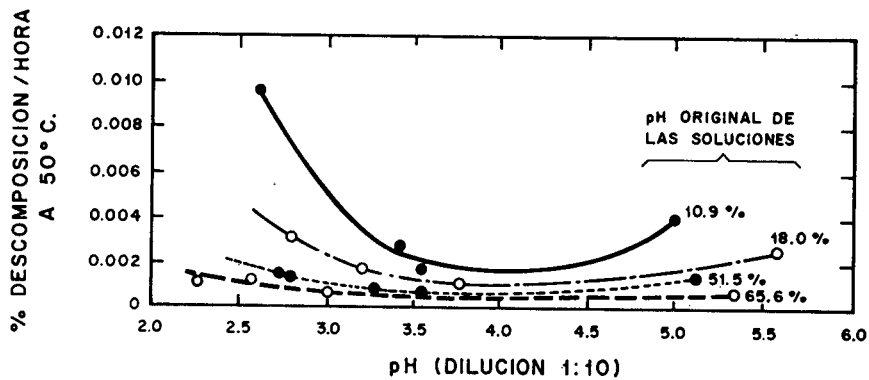
LA SUPERFICIE DE LOS DEPOSITOS PARA ALMACENADO

La naturaleza alcalina de la superficie de un recipiente de vidrio corriente a la sosa, aparenta ser el máximo responsable de la actividad como catalizador de descomposición heterogénea. Es posible que por reposo pueda disolverse el álcali, ocasionando un indeseable aumento del pH. Los recipientes de vidrio, son pues totalmente inadecuados para el almacenado, a menos que se añadan los estabilizadores adecuados. El proceso de descomposición heterogénea puede ser ayudado por las superficies rugosas o la presencia de diminutas grietas en las paredes corrientes de diminutas burbujas de oxígeno emanadas de un determinado punto sobre la pared, incluso aunque el microscopio no revele irregularidad o diferencia en la apariencia del resto de la superficie. Horkheimer estudió la estabilidad de las soluciones de agua oxigenada diluidas, en recipientes de vidrio y llegó a la conclusión que la naturaleza del agua oxigenada empleada y la calidad del propio vidrio, eran las responsables de los resultados observados, y que con vidrio de la máxima pureza no se precisaba la adición de estabilizador, especialmente a temperaturas del orden de 16° a 18°C. Ivanow y Dochijan estudiaron la estabilidad a temperatura ambiente de soluciones diluidas de peróxido de hidrógeno almacenadas en botellas de vidrio, en botellas de vidrio marrón, o en botellas de vidrio recubiertas interiormente con parafina, y hallaron que la concentración de peróxido de hidrógeno decreció en un período de cuatro meses de un 2,93 % original a 0,02 % en vidrio transparente, 0,48 % en vidrio marrón, y a un 2,71 % en vidrio parafinado, ya fuere claro u oscuro. La alcalinidad aportada por el vidrio corriente a la sosa, junto con cualquier rugosidad de las superficies del vidrio, son sin duda alguna los responsables de la descomposición casi completa de las muestras guar-



EFFECTO DE LA RELACION SUPERFICIE-VOLUMEN SOBRE LA DESCOMPOSICION DE H₂O₂

Figura 1



PORCENTAJE DE DESCOMPOSICION DE H₂O₂ DE VARIAS CONCENTRACIONES CON CAMBIOS DE pH, A 50° C. (pH AJUSTADO CON ACIDO SULFURICO)

Figura 2

dadas en los recipientes de vidrio sin recubrir. Walton y Jud ensayaron en 1912 que el vidrio jena o mejor el cuarzo, daban los mínimos porcentajes de descomposición cuando se les trataba previamente con vapores de ácido clorhídrico. El vidrio «Pyrex», se ha encontrado eminentemente aconsejable como recipiente para almacenado de uso en laboratorio. Su inercia se acrecienta mediante una limpieza a fondo con ácido nítrico concentrado, seguido de un lavado y tratamiento con peróxido de hidrógeno concentrado.

Tanto el aluminio, estaño, magnesio, ciertas aleaciones de aluminio-magnesio y algunos tipos de acero inoxidable, presentan un mínimo efecto catalítico en el proceso de descomposición, por lo que resultan de interés como materiales de construcción para depósitos de almacenado de peróxido de hidrógeno. En el caso del aluminio, el efecto de las impurezas en el metal, se reduce viendo que la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno a 70 %, y a 30°C, se dobla cuando el aluminio puro se sustituye por aluminio del 99,0 %. Un medio por ciento, o menos, de impurezas en el metal, pueden causar un distinto incremento en la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno. El proceso de anodizado que da lugar a un recubrimiento más perfecto de la superficie, con el óxido de alúmina, seguido por un tratamiento con agua caliente para cerrar los poros, aporta una mejora en el comportamiento del metal para utilizarlo como depósito para las soluciones de peróxido de hidrógeno. Sin embargo, este proceso no se puede aplicar convenientemente para acondicionar depósitos de almacenado de gran tamaño. El sistema adecuado para acondicionar la superficie interior de aluminio de tanques de almacenado de gran capacidad, puede obtenerse rellenando el depósito con ácido nítrico concentrado 1:1 (en ocasiones precedido con un tratamiento preliminar con solución de sosa cáustica), con lo que el metal es pasivado, lográndose la formación completa de una película de óxido adherente.

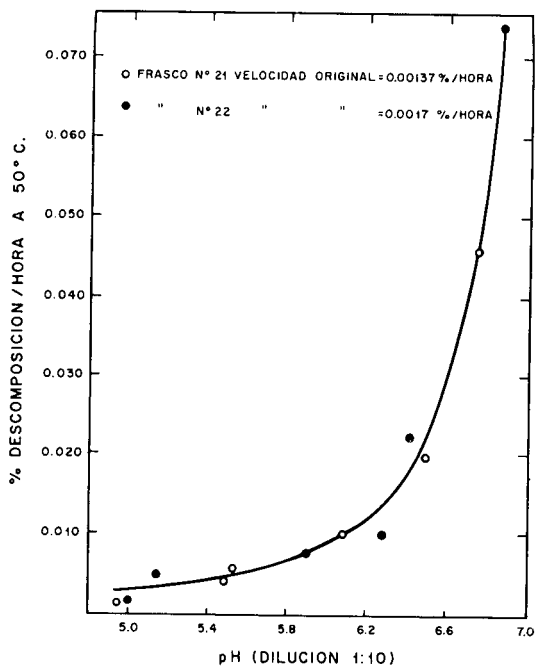
También plásticos tales como polietileno, etc., se utilizan para almacenado. Cuando se utilizan solos, estos depósitos muestran un satisfactorio comportamiento a temperatura ambiente. Tal es el caso de las bombonas de polietileno en que se envasa normalmente el agua oxigenada a concentraciones hasta 50 % en peróxido de hidrógeno.

Temperaturas apreciablemente superiores a la de difusión del líquido a través del plástico, pueden volver inadecuado este material para dicho propósito.

Recubrimientos de distintas sustancias resistentes se han aplicado a las paredes de recipientes metálicos, pero aquí el peligro está en la posibilidad de poros o fisuras en dicho recubrimiento con el consiguiente riesgo de contacto entre el peróxido de hidrógeno y el metal. El comportamiento de las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno en contacto con las superficies pasivadas, parece ser tiene un carácter de tipo recíproco, ya que no solamente se reduce la reacción de descomposición heterogénea del peróxido, sino que el propio peróxido concentrado es capaz de actuar como agente de acondicionado de las superficies, lográndose una mejora en las características de estabilidad del peróxido de hidrógeno almacenado.

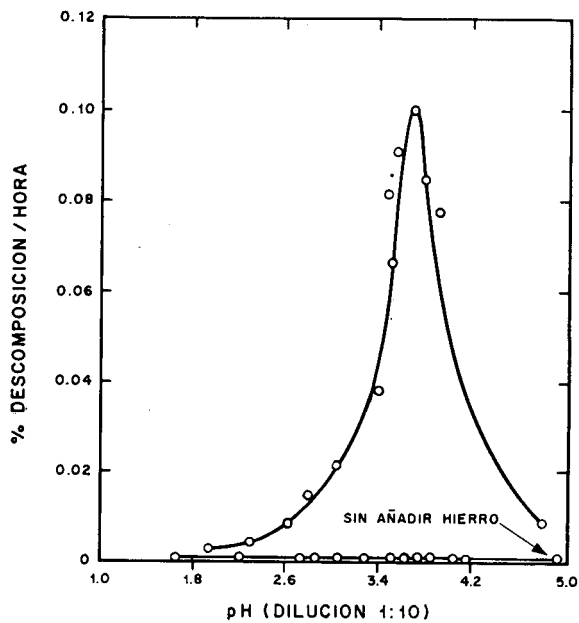
EFEECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ESTABILIDAD

Medidas de estabilidad de descomposición de soluciones de peróxido de hidrógeno sin estabilizar y de gran pureza, efectuadas a temperaturas desde 50-70°C, han mostrado un factor de incremento de $2,2 \pm 0,1$ por cada aumento de 10°C. El aumento exponencial de la velocidad de descomposición con la temperatura, se explica considerando que a temperatura ambiente, soluciones de peróxido de hidrógeno puras al 90 % sin estabilizar, pueden guardarse durante muchos meses



VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION DE H_2O_2 90% A 50°C. EN pH-5,0-7,0

Figura 3



EFFECTO DEL pH SOBRE EL PORCENTAJE DE DESCOMPOSICION DE H_2O_2 AL 90% CONTIENIENDO 0,3 PPM. Fe^{+++} A 30°C.

Figura 4

con pérdidas no superiores al 1 % de peróxido de hidrógeno. A 100°C, descomposición de hasta un 2 % en 24 horas, puede darse normalmente. En el punto de ebullición de la solución de peróxido de hidrógeno, ocurre rápida descomposición y el calor desprendido es suficiente para asegurar continúa ebullición incluso en ausencia de fuente de calor externa.

EFEECTO DEL pH EN LA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION DEL PEROXIDO DE HIDROGENO

Si la velocidad de descomposición de peróxido de hidrógeno sin estabilizar, a una concentración dada, en solución acuosa, y libre en lo posible de contaminantes se pasa a una curva de función del pH (obtenido por adición de soluciones muy puras de ácido sulfúrico o hidróxido sódico), se obtiene una curva que muestra un mínimo de descomposición a pH cercanos a 4,5 - 5,0.

La siguiente diapositiva (2) muestra los resultados de las medidas realizadas sobre disoluciones concentradas y diluidas de peróxido de hidrógeno. Se observa que la forma general de cada curva es similar, con máxima estabilidad, aproximadamente en la misma zona de pH, $4,0 \pm 0,5$ en todos los casos.

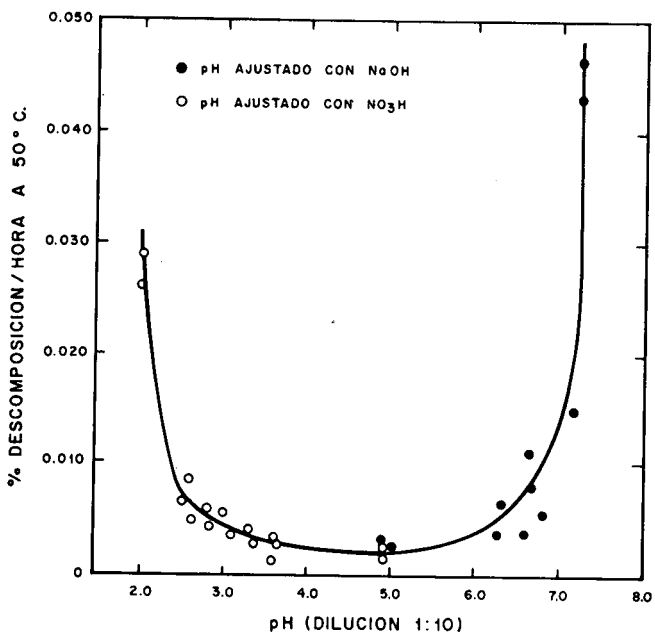
A un pH determinado, las soluciones más concentradas parecen ser más estables que las más diluidas. Para concentraciones superiores al 50 % en peso, el efecto de la variación en el pH en un margen de 2,5 a 5,5 respecto a la velocidad de descomposición, es más bien pequeño, sin embargo, a concentraciones progresivamente inferiores a 50 %, el efecto de la variación en el pH llega a ser cada vez más importante ya sea a bajos o altos valores de pH. Así, por ejemplo, la próxima diapositiva (3) muestra la influencia de un pH creciente sobre la zona de pH 5-7 para peróxido de hidrógeno a 90 % y a 50°C. La velocidad de descomposición aumenta a medida que la solución es más alcalina.

Estos resultados sugieren que las soluciones sin contaminar de peróxido de hidrógeno, son lo más estables a pH ligeramente más ácido que el valor de pH natural 7. La opinión de que el peróxido de hidrógeno se vuelve más estable por adición de ácido, se encuentra frecuentemente en la literatura, sin embargo, la veracidad de esta afirmación no es absoluta. Slater, estudió los datos relativos a la velocidad de descomposición de la solución de peróxido de hidrógeno al 3 %, viendo que aumentaba cuando se la volvía más alcalina con hidróxido sódico, si bien luego mostró cómo este efecto disminuía considerablemente si se le añadía de forma similar silicato sódico. Este comportamiento se explica debido a la acción estabilizante del silicato, probablemente ejercida frente al agente catalítico responsable de dicho aumento de descomposición.

Experimentos programados cuidadosamente con peróxido de hidrógeno anhidro mostraron que invariablemente ocurre un decrecimiento en la estabilidad con un decrecimiento en el pH, independientemente del contenido de estabilizador o de la naturaleza del ácido empleado (fluorhídrico, sulfúrico, perclórico o fosfórico). Debe, pues, concluirse que incluso trabajando con peróxido de hidrógeno purificado con gran cuidado, puede ocurrir descomposición catalítica, debido a mecanismos que se favorecen en condiciones más o menos ácidas.

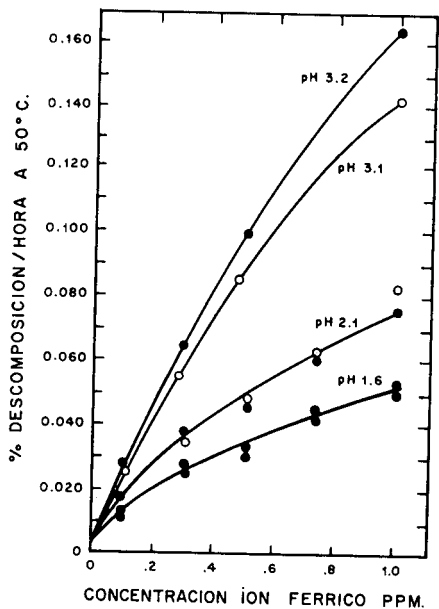
EFECTOS DEL pH EN PEROXIDO DE HIDROGENO CONTAMINADO

En la presencia de trazas de iones metálicos añadidos, tales como Fe^{+++} , Cu^{++} o Cr^{+++} haciendo una curva de descomposición en relación al pH de la solución de peróxido de hidrógeno, y para cantidades constantes de iones añadidos,



EFFECTO DEL pH SOBRE EL PORCENTAJE DE DESCOMPOSICION DE H₂O₂ AL 90% CONTIENIENDO 0,2 PPM Pb⁺⁺ (EN FORMA DE NITRATO DE PLOMO), A 50°C.

Figura 5



EFFECTO DEL pH (1:10) Y LA CONCENTRACION DE ION FERRICO SOBRE LA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION DE H₂O₂ AL 90% A 50°C

Figura 6

se observa un notable punto de inflexión en las cercanías del valor de $\text{pH} = 3,5$, lo cual no se evidencia trabajando solamente con la disolución de peróxido de hidrógeno. Con otros cationes metálicos, tales como Ag, este máximo puede hallarse a un valor superior de pH .

La curva de descomposición en función del pH en presencia de contaminación férrica, se muestra en la diapositiva (4). Una aguda aceleración de la velocidad de descomposición ocurre al aumentar el pH seguido de una menor descomposición a medida que el pH continua incrementando.

Se sugiere el siguiente razonamiento para explicar dicho comportamiento. El gran aumento en la velocidad de descomposición con el pH , se atribuye a la hidrólisis progresiva del catalizador disuelto (ejemplo: una sal de hierro), para formar un hidróxido coloidal (o bien sales básicas ligeramente solubles), teniendo una actividad superficial catalíticamente grande en contacto con la solución de peróxido de hidrógeno.

Se sabe que en soluciones acuosas de sales férricas, el crecimiento de las micelas alcanza el máximo precisamente en este margen de pH (aproximadamente 3,6); por lo tanto, es razonable suponer que los efectos catalíticos del ión férrico son atribuidos a esta formación de micelas.

La inferior velocidad de descomposición al aumentar posteriormente el pH , se interpreta dado que la coagulación del coloide tiene lugar con una aguda caída en el área superficial del hidróxido expuesto a la solución. A valores de pH todavía mayores (que no constan en la figura), debe esperarse un nuevo aumento en la curva de descomposición debido a la creciente alcalinidad de la solución, según se vio en la anterior diapositiva. En soluciones suficientemente ácidas de peróxido de hidrógeno concentrado ni los iones argénticos ni los manganosos ejercen actividad catalítica alguna, ya que probablemente se hallan en solución como simples cationes. Sin embargo, cuando el pH aumenta de modo que los óxidos de estos metales pueden precipitar, se produce un rápido y creciente incremento en la velocidad de descomposición del peróxido.

En la siguiente diapositiva (5), se muestra la influencia de 0,2 ppm de ión plomo, añadidos en forma de nitrato de plomo sobre un margen de pH de 2,0 a 7,2.

Los ajustes de pH se realizaron añadiendo ácido nítrico o hidróxido sódico. Ya que el pH al cual comienza la precipitación del hidróxido de plomo es alrededor de 6, comparado con el pH próximo a 2 para el hidróxido férrico, en la vecindad del valor 3,5 no se produce aquí el punto de inflexión en la curva de la velocidad de descomposición.

La influencia de cantidades crecientes de un contaminante catalítico determinado, tal como ión férrico, en un limitado margen de pH se expresa en la siguiente diapositiva (6), en la cual la concentración de ión férrico aumenta gradualmente desde 0,1 hasta una parte por millón, mientras que los límites de pH se hallan entre 1,6 y 3,2.

ESTUDIOS REPRESENTATIVOS DE LA ESTABILIDAD

Shanley y Greenspan hallaron los siguientes datos sobre las velocidades de descomposición del peróxido de hidrógeno al 90 % sin estabilizar, a temperaturas desde 30 a 140°C: 30°C, 1 % anual, a 60°C 1 % por semana y a 100°C 2 % por día. A 140°C descomposición rápida con ebullición.

En la tabla (7) se muestran los efectos de la adición de pequeñas proporciones de iones de distintos metales. La velocidad de descomposición aumenta con la concentración del catalizador añadido.

Un aspecto interesante de la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno es el efecto de catalizadores mezclados. En el caso de catalizadores sólidos que contengan determinadas mezclas de hidróxidos coprecipitados, se ha observado que el efecto de la mezcla era en algunos casos mucho **mayor** que la suma de los efectos de los óxidos aplicados por **separado**. Así, pues, si a una muestra de peróxido de hidrógeno al 90% sin estabilizar se le añade una disolución de sal férrica, dando una solución final de 0,1 ppm de Fe^{+++} , y si de modo similar se añade 0,1 ppm de Cu^{+++} , la velocidad de descomposición del peróxido a determinadas temperaturas se encontrará que excede considerablemente las velocidades de descomposición combinadas de la misma solución de peróxido de hidrógeno cuando se les cataliza con los respectivos contaminantes bajo similares condiciones. Este comportamiento se refleja en la siguiente diapositiva (8).

Otro par de agentes catalíticos puede mostrar resultados similares, pero el efecto no se observa invariablemente.

En un estudio del efecto catalítico de varios cationes metálicos sobre la descomposición de peróxido de hidrógeno, Uri observó que la presencia de iones cloruro con dichos cationes resultó en un aumento de la velocidad de descomposición del orden de 40 veces el valor inicial. En este caso, el efecto de aceleración lo promueve la adición de un anión.

No se ha verificado ningún efecto de descomposición por la agitación. Si se agita una solución de peróxido de hidrógeno, pueden formarse burbujas debido al desprendimiento de oxígeno de la sobresaturación, pero no ocurre un aumento de la descomposición.

A esta conclusión llegaron Gilbert y Michaelis, hallando que peróxido de hidrógeno al 90% en los envases convencionales se descomponía tan sólo a razón del 1% anual durante un período de tres años, en el cual los envases viajaron grandes recorridos.

Una vez revisadas las principales variables que pueden afectar la estabilidad de las disoluciones de peróxido de hidrógeno, pasemos una rápida revisión a los materiales de construcción más adecuados para su almacenaje.

MATERIALES DE CONSTRUCCION

Las propiedades químicas del peróxido de hidrógeno están comprendidas entre los factores que determinan la adaptabilidad de cualquier material para la construcción. Debe ser inactivo como catalizador heterogéneo, no debe producir notable corrosión y cualquier impureza contenida en el material no debe disolverse y producir catalizadores homogéneos.

La consideración más importante para la selección o proyecto de una instalación en la que se ha de usar agua oxigenada a concentración de 50% en peróxido de hidrógeno es la apropiada elección de los materiales de construcción. El uso final del material, es lógicamente, el factor dominante. Así, por ejemplo, los tanques de almacenamiento y su utillaje deberán estar contruidos con el material más compatible, mientras que para un proyectil cohete o para un recipiente de reacción, donde el peróxido va a emplearse en seguida, puede usarse un material menos compatible. Sin embargo, es mejor tratar de escoger siempre entre los materiales disponibles el más compatible para un cometido dado, aunque esto implique un pequeño esfuerzo extra a la solución de los problemas del proyecto.

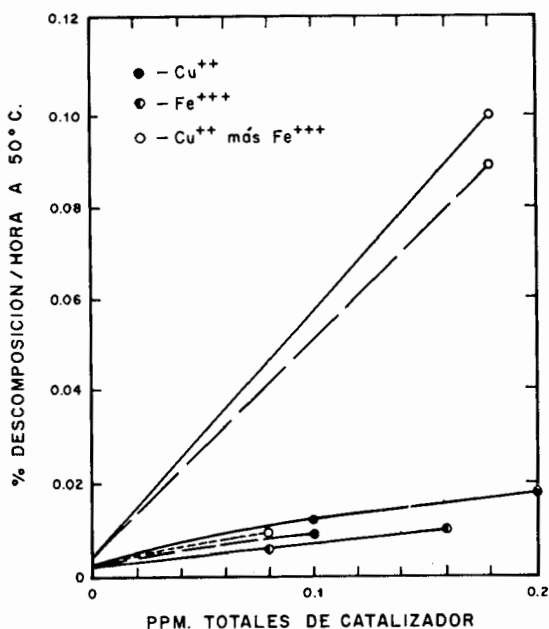
En orden a su compatibilidad con el peróxido de hidrógeno concentrado, los materiales de construcción se agrupan en cuatro clases.

La clasificación de los materiales se obtiene mediante pruebas standard de laboratorio, las cuales consisten en sumergir completamente una muestra de área

EFFECTO DE LA ADICION DE IONES SOBRE EL PORCENTAJE DE
DESCOMPOSICION DE H₂ O₂ CONCENTRADA

ION AÑADIDO	CANTIDAD AÑADIDA, MGR./L	PERDIDA (%) DE O ₂ ACTIVO ORIGINAL, EN 24 H. A 100° C.
NINGUNO	2
AL ⁺⁺⁺	10	2
Sn ⁺⁺⁺⁺	10	2
Zn ⁺⁺	10	10
Fe ⁺⁺⁺	1.0	15
Cu ⁺⁺	0.01	24
Cu ⁺⁺	0.1	85
Cr ⁺⁺⁺	0.1	96

Figura 7



EFFECTO DE CATALIZADORES MEZCLADOS SOBRE EL PORCENTAJE
DE DESCOMPOSICION DE H₂ O₂ 90 %

Figura 8

superficial conocida en el agua oxigenada, siendo la relación entre la superficie y el volumen igual a $0,4 \text{ cm}^{-1}$. Las pruebas se llevan a cabo a temperatura ambiente.

La descomposición se mide ya sea por disminución del contenido en peróxido o por desprendimiento de gas. Las muestras se analizan visualmente, por su peso y por sus cambios físicos.

Tipo 1 — Materiales que pueden usarse para contacto prolongado. Estos materiales se usan para tanques de almacenamiento, etc.

Tipo 2 — Materiales que pueden emplearse para un contacto temporal antes del almacenamiento. Por ejemplo, en bombas, válvulas, etc.

Tipo 3 — Materiales que sólo pueden usarse para un breve contacto. Se usan en maquinaria de proyectiles-cohete, en instalaciones de fuerza, etc.

Tipo 4 — No apropiados para el uso. Entra dentro de este grupo todo material que causa descomposición, es atacado notablemente o que es fácilmente inflamable.

La empresa FMC de U.S. ha estado comprobando la compatibilidad de toda clase de materiales para peróxido de hidrógeno a través de sus 45 años en su historia como fabricantes, y muy particularmente desde 1944 en que fue preparado por primera vez peróxido de hidrógeno al 90 %, y en 1948 a riqueza de 99 %.

Así, se ha logrado disponer de una lista a partir de pruebas exhaustivas de laboratorio, confirmadas por la experiencia práctica en fábricas y equipos.

Algunas veces puede que sea necesario recurrir a un material de construcción de un tipo inferior al adecuado, al objeto de obtener una solución a un problema determinado, pero no deberán emplearse nunca los materiales del tipo 4.

El aluminio super puro sería un material excelente, no obstante un aluminio del 99,5 % será suficientemente inerte para ser aplicado a todas las condiciones normales de almacenamiento del agua oxigenada.

Los depósitos deben ser cilíndricos y la armazón formada por enrollamiento, con los extremos en forma de casquete esférico y con soldadura interna y externa. Son preferibles de tipo horizontal, porque entre otras consideraciones, son fáciles de fabricar, pueden transportarse completos hasta el lugar deseado (sin tenerse que soldar allí) y permiten la inspección de la superficie interna sin tener que instalar un andamiaje, el cual debería ponerse dentro y fuera de la boca de entrada. También por esta razón, no es aconsejable superar los 3,05 metros de diámetro. Se recomienda la soldadura eléctrica con gas inerte, pues es definitivamente superior a la soldadura convencional de arco o de soplete (oxiacetilénico), pues proporciona una mejora general de la superficie y de la resistencia mecánica, reduciendo al mismo tiempo, la posible porosidad. Evita también el riesgo de contaminación debido a los residuos de fusión. Con el método del electrodo fungible hay posibilidad de contaminación por cobre, y con el método del arco se debe tener cuidado a fin de evitar las inclusiones de wolframio.

Todos los depósitos de almacenamiento deben ser ventilados de tal forma que no puedan quedar obturados y no permitan la entrada de impurezas transportadas por el aire.

La bomba y el resto de instalación (tuberías, depósitos para consumo diario), pueden ser también de aluminio, inoxidable o cloruro de polivinilo, debiendo asegurar que la estopada de las bombas sea de teflón.

Acabará indicando que en la actualidad, cerca del 25 % del agua oxigenada producida en nuestro país se suministra a concentración de 50 % en peróxido de hidrógeno, a granel, entre un total de 23 firmas que disponen de instalaciones similares a la que acabamos de ver, construidas con aluminio, no habiéndose presentado en ningún momento problemas de descomposición del agua oxigenada.