



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

SISTEMA XYPEX Y LA RESISTENCIA QUIMICA EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO



La tecnología XYPEX, respecto a la resistencia química es única, en el sentido que el sistema es específico al pH en lugar de ser específico a algún químico en particular.

Esto quiere decir que cuando se usa Xypex para proteger el concreto contra sustancias agresivas, el valor del pH del material agresivo es el factor contra el cuál Xypex protege el concreto y no contra un químico en particular.

El sistema Xypex imparte resistencia química y protección a los concretos cuando las sustancias agresivas tienen un pH de un rango entre 3 y 11 en contacto constante o entre 2 y 12 en contactos periódicos.

ANTECEDENTES DEL ATAQUE QUÍMICO

El mecanismo principal del deterioro del concreto en un sistema de alcantarillado lo constituye el ataque ácido. El sulfuro de hidrógeno se produce dentro de las alcantarillas y está presente en el espacio que se encuentra sobre la línea del agua. El ácido sulfúrico se produce cuando el agua y el sulfuro de hidrógeno se condensan sobre la superficie del concreto en presencia del azufre de las bacterias oxidadas. El concreto normal, es disuelto lentamente por el ácido, lo cual puede resultar en pérdida de secciones y potencial colapso de las estructuras. Se ha sugerido que el ácido sulfúrico también producirá ataque en sustrato de concreto, resultando en una expansión y ablandamiento del concreto y pérdida de propiedades estructurales.

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

www.cipsa.com.co

cip.info@cipsa.com.co



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Ningún cemento portland puede considerarse totalmente resistente al ataque ácido. Los factores importantes que tienden a controlar la rata de avance del ataque ácido en el concreto de las estructuras de contención de aguas negras son:

- El pH del ácido
- La permeabilidad del concreto
- La solubilidad de los constituyentes del concreto.
- Medidas que lo protejan del ataque de los sulfatos.

Si se supone que el pH del ambiente está dado, podrán entonces tomarse otras medidas para mejorar los otros tres factores. Tanto la permeabilidad como la solubilidad del concreto pueden mejorarse substancialmente utilizando concretos de excelente calidad, bien curados, y de bajo contenido de la relación W/C. El ataque del sulfato puede también mitigarse limitando el contenido del C3A en el cemento.

EFFECTOS DE XYPEX PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD DE LOS CONCRETOS.

Cuando los químicos activos de Xypex entran en contacto con la humedad y subproductos de la hidratación del cemento, numerosas reacciones toman lugar dentro del concreto. Especialmente Xypex, por sus características únicas y que lo distinguen ampliamente de otros sistemas, inicia reacciones químicas con hidróxidos de calcio, carbonatos y sulfatos de calcio, potasio y sodio, y también con partículas no hidratadas o parcialmente hidratadas del cemento. Todo este proceso, produce una nueva estructura cristalina ¹ integrada dentro de los poros y capilares del concreto.

El resultado de Xypex es una disminución de la permeabilidad ² de la superficie del concreto, la cuál bloquea el paso del agua y cualquier otro material dañoso para el concreto. Como el ataque ácido trata de progresar hacia dentro por un proceso de difusión, el efecto de Xypex al bajar la permeabilidad detendrá el ataque ácido.

1 Formas sólidas de sustancias que tienen caras planas agrupadas simétricamente. Nota del traductor.

2 Para efectos prácticos es cero permeabilidad. Nota del Traductor.

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

www.cipsa.com.co

cip.info@cipsa.com.co



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

El efecto de Xypex para reducir la disolución ácida del cemento.

Dentro de todas las interacciones químicas que produce Xypex en el interior del concreto hay dos reacciones específicas que detienen el proceso del ataque ácido. Estas se basan en los complejos químicos de magnesio y calcio y en los componentes que resultan por la acción Xypex, que son resistentes a la disolución ácida dando protección adicional al concreto, cuando este se encuentra en presencia de condiciones ácidas.

Segundo, en adición a la producción de complejos cristalinos resistentes a la acción ácida, Xypex produce reacciones especiales con los hidróxidos de calcio, lo cual resulta en complejos de cero solubilidad que van a limitar el ingreso de ácidos dentro de la estructura de los poros de la superficie del concreto.

Efecto de Xypex para reducir el ataque del sulfato.

Los ácidos diluyentes tienden a dañar el concreto cuando penetran dentro del sustrato y comienzan a interactuar con los diferentes compuestos de calcio existentes. En el caso del ácido sulfúrico, el problema se inicia por una reacción expansiva de los sulfatos que literalmente causan una auto-destrucción del concreto.

Xypex al producir nuevos complejos químicos, estos vienen a bloquear el material agresivo, previniendo que tales ácidos entren dentro del sustrato del concreto por sus tractos capilares. Por consiguiente, los ácidos agresivos dentro de los rangos de resistencia al pH que brinda Xypex, se quedarán en la superficie del concreto en donde serán neutralizados por la alcalinidad de este.

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA ACIDA DE XYPEX.

La reducción de la permeabilidad del concreto por el efecto de los productos Xypex en el concreto está muy bien documentada.

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

www.cipsa.com.co

cip.info@cipsa.com.co



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

En el laboratorio “Pacific Testing Laboratories” de Seattle, Washington ³ en donde se hicieron ensayos en concreto de 20 Mpa, tratado con Xypex según normas del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos No. CRD-C 48-73. Estos ensayos concluyeron que Xypex sella el concreto y elimina todas las filtraciones susceptibles de ser medidas a medida que se incrementa la presión.

Xypex ha sido también sometido a ensayos químicos acelerados usando ácido sulfúrico como agente agresivo, tanto en los Estados Unidos como en el Japón. Aun cuando el pH de las soluciones ácidas de prueba estaba mucho más allá de ($\text{pH} < 1$) de los límites de resistencia de Xypex, la protección demostrada fue excelente y el comportamiento de los concretos tratados con Xypex tanto en forma de aditivo como de “slurry” cumplió satisfactoriamente las pruebas.

En noviembre de 1989 el instituto japonés Japan Atomic Energy Research Institute terminó un estudio sobre el sistema Xypex ⁴ enfocado sobre las cualidades protectoras de Xypex en estructuras de contención de materiales radioactivos. Parte de esa investigación incluyó ensayos de pérdidas de masa de muestras de concretos tratados con Xypex, inmersos en disoluciones de ácido sulfúrico al 5% durante 100 días. Los resultados indicaron que Xypex redujo la rata de pérdida de masa en un 46% cuando se comparó con las muestras de concreto no tratadas. El tratamiento Xypex por consiguiente demostró los niveles de protección impartidos al concreto.

En adición al mencionado estudio, el profesor Ryuchi Oikawa del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Iwate de Japón, realizó ensayos similares con el sistema Xypex en 1996 ⁵. En este caso la solución ácida utilizada en los ensayos fue ácido sulfúrico y la inmersión se realizó durante 10 semanas. Nuevamente, aun cuando los ensayos se hicieron en ambientes extremadamente agresivos de $\text{pH} = 0.8$, Xypex suministró una altísima protección, al comparar los

3 Test Report, “Permeability Test of Xypex Treated and Untreated Concrete Samples”, Pacific Testing Laboratories, Seattle Washington, September 1982.

4 Takebe S. ; Shimooka K. ; Kuramoto Y. ; and Wadachi Y., “Studies on Diffusion of 137 Cs in Cement Mortar”, Technical Report Dept. of Environmental Safety Research, Tokai Research Establishment, Japan Atomic Energy Research Institute, November 1989.

5 Oikawa R. ; Furuzumi M. ; Fujiwara C. ; Abe M. ; Wakuishi K., “Chemical Durability of Cement Crystal Increasing Agent Applied Concrete”, Technical Report, North East District Committee of Civil Engineering Society of Japan, 1996.

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

www.cipsa.com.co

cip.info@cipsa.com.co



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

hallazgos con las muestras de concretos de control. Estos resultados fueron publicados también en la revista de la Sociedad de Ingenieros Civiles del Japón de marzo de 1997.

En 1993 Xypex conjuntamente con la empresa Hydro Conduit and Gifford-Hill de Texas, solicitó un estudio sobre la resistencia química de los aditivos de Xypex. El programa fue realizado por la firma Aviles Engineering Corp. ⁶ y consistió en poner en inmersión en ácido sulfúrico al 7% ($0.6 < \text{pH} < 0.7$) muestras de diferente madurez, tanto tratadas como sin tratar con Xypex, hasta que el 50% de la masa de ellas se había perdido. Nuevamente el concreto tratado con Xypex se comportó substancialmente mejor que los concretos de control.

Paralelamente a los resultados del proyecto Aviles, una importante empresa de Servicios Públicos Japoneses realizó un amplio estudio ⁷ para comparar el efecto del tratamiento de Xypex con el efecto de 5 productos resistentes al ataque ácido durante un periodo de 6 meses. Nuevamente una solución de ácido sulfúrico al 5% se seleccionó como el medio agresivo. Debe anotarse que las comparaciones con esos 5 productos, denominados específicamente como “resistentes ácidos”, Xypex funcionó mucho mejor que todos los otros productos. Este reporte, es confidencial y por supuesto hemos retirado tanto el nombre de la empresa japonesa como el nombre de los productos de la competencia.

Los ensayos confirmaron que el sistema Xypex protege el concreto en ambientes agresivos, bien sea que se use como aditivo o en forma de recubrimiento como “slurry”.

A medida que el ataque ácido se encuentra más cerca a los rangos de protección de las especificaciones de los productos Xypex, la protección del concreto será cada vez mayor.

TRABAJOS REALIZADOS CON XYPEX.

En términos prácticos, las experiencias de los trabajos realizados con Xypex, corroboran los resultados obtenidos en laboratorio.

⁶ Test Report, “7% H₂SO₄ Solution - Xypex Catalyst Admix Concrete Study”, Aviles Engineering Corp., Houston, Texas, February 1993.

⁷ Test Report, “Acid-Proofed Concrete”, Japan, October 1995.

CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Carrera 53 No 79-27. PBX (+571) 2258055

www.cipsa.com.co

cip.info@cipsa.com.co



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

Desde 1993 aproximadamente 35.000 libras de aditivo Xypex se utilizó en concreto prefabricado para cajas de inspección y estaciones de bombeo en el sur de Texas con magníficos resultados. El propósito de utilizar Xypex en estas estructuras es suministrar impermeabilización y protección química contra el efecto del gas del sulfuro de hidrógeno. La mayoría de estas estructuras fueron producidas por Moor-Tex, Inc of Sealy, Texas.

En 1983 la Estación de Bombeo Lincoln Green, localizada en Houston, Texas, recibió una aplicación en dos capas o “slurries” de Xypex Concentrado. El ingeniero encargado del diseño fue J.E. Patee de Pate Engineering y la compañía constructora fue Nunn & Shumway. Esta planta es adyacente a la planta de tratamiento de aguas residuales. El sistema de tratamiento de aguas residuales originalmente se diseñó para atender una población de 300.000 personas, pero debido al colapso de los precios del petróleo y a la recesión que se produjo en el área de Houston en sistema finalmente terminó atendiendo solo una población de 100.000 habitantes. Esto significó que los flujos de aguas negras se redujeron drásticamente, produciendo un contenido mucho mayor de sulfuro de hidrógeno que el que se había previsto.

La Planta de Lincoln Green fue visitada por el ingeniero diseñador y por el personal de Xypex en 1992 para evaluar la condición de los concretos. El fuerte olor del gas de sulfuro de hidrógeno está presente y el personal de mantenimiento de la planta manifestó que desde la iniciación de operaciones de la planta los soportes de acero inoxidable de los emparrillados que cubren la estación se habían reemplazado 3 veces. En contraste el concreto protegido por el tratamiento Xypex estaba en excelentes condiciones.

Innumerables proyectos, no citados acá en virtud de la brevedad del presente documento, continúan demostrando la calidad de los productos y el extraordinario beneficio obtenido con los tratamientos Xypex en el mundo entero para protección en impermeabilización de la estructuras de concreto ⁸

8 Nota del traductor.



CIP SA Impermeabilización y Protección del Concreto S.A.

CONCLUSION.

Basándose en los ensayos de laboratorio y en la experiencia de los trabajos realizados el sistema Xypex, bien en forma de aditivo o en forma de “slurry” protegerá el concreto expuesto a condiciones de pH, tal como se especifica en la literatura técnica de los productos Xypex.

NOTA. El presente documento es una traducción del ingeniero Jorge Ladrón de Guevara O., Gerente de la empresa CIP SA, de Bogotá, Colombia, representante de la firma Xypex Chemical Corporation, del trabajo original "XYPEX SYSTEM - CHEMICAL RESISTENCE IN CONCRETE SEWER STRUCTURES", preparado por el Doctor Patrick F. McGrath, Ph.D., P. Eng., Director of Research of Xypex Chemical Corporation de Richmond, BC., Canadá y del señor David W. R. Ross, Technical Services Manager de la empresa Xypex Chemical Corporation de Richmond, BC, Canadá