

La importancia de la ingeniería en corrosión

Omar Alejandro González Noriega

Omar Alejandro González Noriega, estudió Ingeniería Mecánica en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y, actualmente, se encuentra finalizando la maestría en Ingeniería Química Metalúrgica en la Universidad Nacional Autónoma de México. Este trabajo es producto de su participación en el curso "Introducción a la divulgación escrita", que ofrece el Instituto de Energías Renovables de la UNAM, Campus Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

¿Qué es la corrosión?

Cuando dejas herramientas, bicicletas, el automóvil o algún otro objeto a la intemperie, has notado como éste cambia de color. Comúnmente se dice que el objeto se ha oxidado.

Primero que nada, debemos entender qué es la corrosión y la oxidación. La corrosión es el deterioro de un material en un ambiente dado, mientras que la oxidación es un proceso en el cual un elemento cede electrones, lo cual conlleva a una reacción óxido-reducción a distintas temperaturas. Si la temperatura es superior a los 150° C, generalmente se dice que es un proceso de corrosión a alta temperatura o un proceso de oxidación. Por ejemplo: las piezas del motor de un automóvil, una caldera, la turbina de un avión, un reactor nuclear, entre otros. Una vez entendidos estos conceptos te mostraremos la importancia del estudio de la corrosión en diversas áreas.

Importancia en la petroquímica

En la industria petroquímica, una de las principales fuentes de ingresos de México es la producción de petróleo. Éste se transporta a través de tuberías de acero API X70-120 que están expuestas a condiciones ambientales extremas; desde las tuberías que pasan a través del mar, en donde tienen que soportar grandes presiones por estar a cientos de metros abajo del agua. Si estas tuberías llegaran a corroerse podrían producirse fugas o explosiones que acabarían con pérdidas millonarias, incluso con pérdidas humanas y causarían gran daño al ambiente marino. La protección de éstas se realiza mediante la selección correcta de los materiales para que tengan una buena resistencia a la corrosión, así como excelentes propiedades mecánicas. Además de esto se aplican recubrimientos (pinturas o la aplicación de un material que proteja la tubería, pero con características y propiedades especiales). En la parte interna se coloca un revestimiento (pintado interno) con el fin de proteger la estructura, así como la sustancia que se transporta, para evitar que se contamine con los residuos de óxidos que pudieran formarse, ya que estos podrían corroerse internamente por la interacción del fluido con la superficie del material, ya sea por contacto o fricción entre el fluido en movimiento y el material de la tubería (corrosión y erosión).

Además, se usan inhibidores de la corrosión, que son sustancias que se adhieren a la superficie interna del ducto, protegiéndolo. Por la parte exterior se aplican hasta cuatro recubrimientos diferentes, los cuales tienen la función de proteger el ducto; en caso de que la primera capa del recubrimiento falle,



FIGURA 1. TUBERÍA deteriorada por un proceso de corrosión. [HTTPS://WWW.SHUTTERSTOCK.COM/ES/IMAGE-PHOTO/FRAGMENTS-OLD-LARGE-WATER-PIPES-AFTER-282324041]

lo protegerá la siguiente y así sucesivamente. Por otra parte, la corrosión en ductos no solo se ve en la industria petrolera. Ésta también la podemos visualizar en las tuberías de nuestra casa. En el cobre, pese a tener una excelente resistencia a la corrosión, podemos observar como éste cambia de color hacia un color verdoso. Esto se debe a que el cobre tiende a corroerse y formar una capa pasiva; es decir, una capa de óxido, la cual reduce la velocidad de corrosión o inclusive detiene el deterioro del material. Este fenómeno no solo se presenta en el cobre, sino también en otros materiales como aluminio y acero inoxidable, entre otros. No obstante, esto depende del ambiente en el cual se encuentre el material; por ejemplo, si el acero inoxidable se encuentra en la playa, la exposición de los cloruros en el ambiente produce un proceso de corrosión acelerado.

Otro ejemplo es la formación de la pátina (capa de óxido del cobre). El tiempo de formación de ésta depende de la atmósfera a la cual este expuesto el material. Por ejemplo, en una atmósfera urbana o industrial se formarán -en aproximadamente siete años- hidróxidos y sulfatos, mientras que en una atmósfera rural la tendencia de la formación de la pátina puede tardar cientos de años; por ello, se debe tener cuidado en la selección correcta del material que ha de utilizarse en cada ambiente específico.

Importancia en la biomedicina

En el área biomédica, el estudio de las prótesis dentales, de cadera, rodilla, osteointegraciones, entre otros, -temas de investigación de la ciencia de la corrosión- se buscan materiales con buenas propiedades mecánicas y químicas. Si alguno de estos materiales se empieza a corroer, disminuirán sus propiedades mecánicas, empezarán a fallar y los residuos podrían causar inflamaciones o posibles infecciones al paciente. Es por lo que constantemente se siguen investigando nuevas alternativas de ma-

teriales, por ejemplo, los típicos tornillos que se implantan para la unión de un hueso roto. En estos casos se utilizan materiales como acero inoxidable y aleaciones de titanio; sin embargo, pese a sus excelentes propiedades (mecánicas, biocompatibilidad y resistencia a la corrosión), es necesario realizar dos intervenciones quirúrgicas: primero colocar y, una vez que sanó el hueso, remover. Además, como estos materiales son más rígidos que nuestros huesos, podrían causar un leve daño a nuestros huesos, ocasionando que se afloje la prótesis. Es

por lo que recientemente se ha sugerido utilizar aleaciones de magnesio, ya que con estos materiales solo se tendría que realizar una intervención quirúrgica, que sería la de integración; estas aleaciones no solo tienen unas excelentes propiedades mecánicas y biocompatibilidad, sino que también son biodegradables. Es decir que después de realizar su trabajo éstas se disuelven en nuestro cuerpo, saliendo a través de la orina. Sin embargo, la velocidad de corrosión de las aleaciones de magnesio es alta, la cual a veces no permite que el hueso sane antes que éstas se disuelvan completamente; es por lo que se buscan diferentes materiales aleantes para incrementar la resistencia a la corrosión de éstos y puedan así cumplir con su trabajo.

Importancia en el concreto

Comúnmente el concreto se refuerza con varillas de acero para aportar resistencia, que es necesaria en las estructuras. Esto evita la falla de las estructuras, las cuales están sujetas a esfuerzos debido al tráfico, vientos, sismos, etc. Sin embargo, cuando el acero de refuerzo se corroe, la formación de los óxidos conduce a la pérdida de adherencia entre el acero y el concreto. Si a la estructura no se le da la revisión y mantenimiento adecuados ésta se puede ver afectada, causando su caída, lo cual podría provocar pérdidas humanas y materiales, pese a que el acero en el concreto se encuentra usualmente en condiciones pasivas. ¿Cómo prevenir la corrosión en este caso en particular? La primera condición es la calidad del concreto, es decir, la relación de agua y material cementante para que sea la adecuada para evitar la penetración de sales de cloruros y el de-



FIGURA 2. OSTEOINTEGRACIÓN de la rodilla. [HTTPS://WWW.SHUTTERSTOCK.COM/ES/IMAGE-PHOTO/KNEE-HIP-PROSTHESIS-426306622].



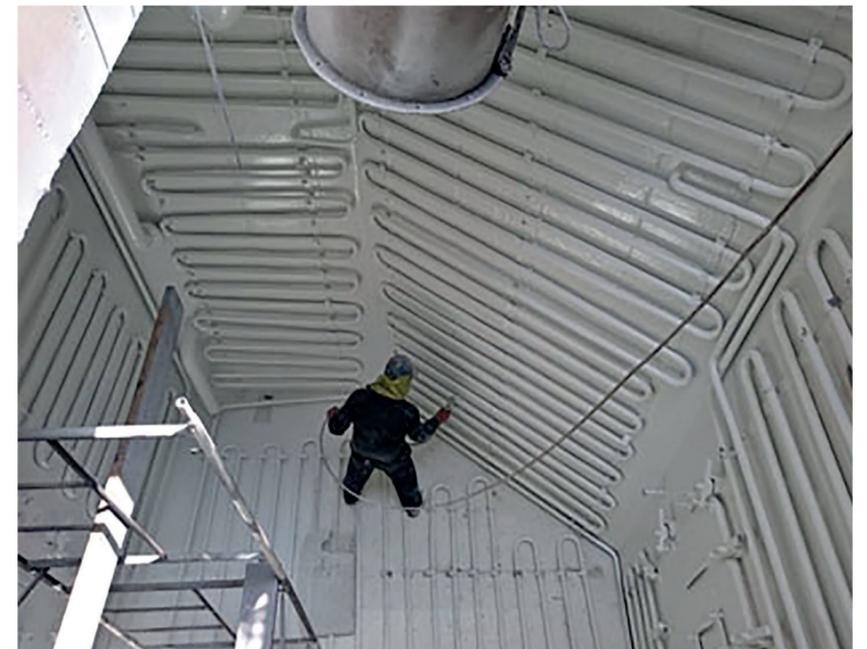
FIGURA 3. ACERO de refuerzo corroído. [HTTPS://WWW.SHUTTERSTOCK.COM/ES/IMAGE-PHOTO/STEEL-CORROSION-REINFORCED-CONCRETE-DAMAGED-RUSTY-1785638519].

sarrollo de la carbonatación. También se deben tener en cuenta el tipo de cemento, la aplicación de los recubrimientos típicos como impermeabilizantes, pinturas de intemperie, entre otros.

Importancia en la industria de alimentos

La corrosión en la industria de alimentos puede presentarse en los recipientes de recolección y trasporte de la materia prima, como son los barcos pesqueros en los cuales se almacenan los peces en cubas o bodegas las cuales deben no solo ser de un material específico (resistente a la corrosión), sino también contar con un recubrimiento especial que debe ser de grado alimenticio, ya que los alimentos estarán en contacto con éste; es por ello que éstos deben tener poco o nulo porcentaje de compuestos volátiles en su formulación. Otra de sus características está basada en que su resina no debe ser formulada a partir de Bisfenol A para servicios de contacto con alimentos y agua potable; deben contar con certificaciones especiales, tener una alta resistencia a la abrasión, alta resistencia a los cambios de temperatura (hasta -18°C) y una excelente adherencia.

FIGURA 4. APLICACIÓN de pintura epóxica de grado alimenticio en cuba de barco pesquero. [https://infocorrosion.com/index.php/infocorrosion-vip/infocorrosion-recomienda/item/1040-mantenimiento-de-cubas-o-bodegas-en-barcos-pesqueros].



de material, contaminando el refresco, teniendo que desecharse miles de litros de este producto produciendo pérdidas económicas elevadas.

Sin embargo, pese a que el acero inoxidable es uno de los materiales más utilizados en la industria por su alta resistencia a la corrosión y excelentes propiedades, los productos que contienen vinagre, jugo de limón, pepinillos dulces, etc., se deben almacenar en acero inoxidable 316 (existen diferentes tipos de aceros inoxidables, los cuales cuentan con diferentes propiedades de acuerdo con su nombre). Es por lo que los recipientes como latas de chiles en vinagre, refresco, cerveza, etc. (hechas de aluminio o acero), cuentan con un revestimiento epoxi que sirve para proteger las latas para prevenir una posible reacción de corrosión entre el líquido contenido y la superficie del recipiente. Una vez que se tiene una idea de lo que es la corrosión y su importancia, ahora podremos darnos cuenta de que, si dejamos algún material metálico a la intemperie, éste se podrá deteriorar y, cuando lo queramos usar, posiblemente se rompa debido a la corrosión.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Referencias

1. Mohamed El-Reddy (2017). *Steel-Reinforced Concrete Structures: Assessment and Repair of Corrosion*. Second edition, CRC Press Taylor and Group.
2. S. K. Dhawan, Hema Bhandari, Gazala Ruhi, Brij Mohan Singh Bisht and Pradeep Sambyal (2020). *Corrosion Preventive Materials and Corrosion Testing*. First Edition, CRC Press Taylor and Group.
3. Philip A. Schweitzer, P.E. (2003). *Metallic Materials Physical, Mechanical and Corrosion Properties*. CRC Press Taylor and Group.