

Caso práctico

Fallas prematuras en rejillas de alambre fabricadas en acero al carbón.

Resumen ejecutivo

Los contratistas de agua en California han experimentado fallas prematuras en pozos de agua construidos con rejillas de ranura continua en acero al carbón. Por ello, se realizaron ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades de este tipo de rejillas. Los resultados obtenidos muestran una clara relación entre el tipo de acero, la cantidad de área abierta y los niveles de corrosión de las rejillas.

Antecedentes

A partir del año 1981 se introdujeron en el mercado las rejillas para pozos construidas con alambre de acero al carbón de sección triangular y se comercializaron fuertemente en el suroeste de los Estados Unidos. Algunos contratistas se vieron atraídos por estas rejillas debido a su gran porcentaje de área abierta y por comercializarse en tamaños de ranura inferiores a 0.050". Sin embargo, la mayoría optó por estas rejillas por ser una alternativa menos costosa que las de acero inoxidable.

Cuando estas rejillas de acero al carbón se introdujeron en la industria del agua, Roscoe Moss Company (RMC) detectó que mostraban un claro potencial de corrosión acelerada. El escenario más indeseable luego de su instalación era el siguiente:

1. El alambre de acero al carbón y las barras internas (con su gran superficie abierta) estarían sometidos a las agresivas condiciones de calidad del agua subterránea.
2. La corrosión del alambre de acero al carbón resultaría en un agrandamiento de sus numerosas ranuras.
3. Las ranuras agrandadas permitirían que el material del acuífero y del empaque pasen a través de la rejilla hacia el pozo. Una porción de arena pasaría por la bomba y dañaría su mecanismo interno.
4. Las pequeñas y múltiples soldaduras que unen el alambre a la estructura de barras se debilitarían por la corrosión y en el peor de los casos la rejilla colapsaría.

Este memorándum presenta un resumen de los ensayos de laboratorio que se realizaron para evaluar los efectos de la corrosión en rejillas de acero al carbón. También incluye casos prácticos que describen brevemente las experiencias de varios proveedores de agua que instalaron pozos de producción con rejillas de alambre de acero al carbón.

Ensayos de laboratorio

En 1982, se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio con el fin de evaluar las tasas de corrosión de tres tipos de rejillas de acero al carbón 1) la rejilla tipo persiana estándar de RMC ; 2) la rejilla tipo persiana "Ful-Flo" de RMC; y 3) una rejilla de alambre. El programa de ensayos comenzó con la preparación de las muestras de rejillas de acero al carbón. Las

dimensiones de las muestras eran: 21 pulgadas de largo y 12 pulgadas de diámetro. Se prepararon tres muestras de cada material tal como se indica en la siguiente tabla:

Espesor de pared 3/16"	Espesor de pared 5/16"	Parámetros estándar
Tipo persiana estándar RMC	Tipo persiana estándar RMC	Alambre
Tipo persiana Ful-Flo RMC	Tipo persiana Ful-Flo RMC	---

La totalidad de las muestras se analizaron en Trusdail Laboratories de Los Ángeles, California. El ensayo comenzó con el pesaje de cada muestra a fin de registrar su peso inicial. Luego se determinó la resistencia al colapso deformando la muestra 0.2 pulgadas. Las muestras se colocaron en un tanque cerrado y fueron expuestas a una niebla salina al 5% a 95°F. En forma periódica, las muestras se retiraron y fueron examinadas, limpiadas, pesadas y luego colocadas nuevamente en el tanque. Después de 1,900 horas de exposición, se retiraron y fueron examinadas, limpiadas y pesadas por última vez. Y volvió a medirse la resistencia al colapso de las muestras.

Los resultados del ensayo de laboratorio muestran que:

1. Las pérdidas de peso fueron proporcionales a la superficie de las muestras.
2. La menor resistencia al colapso fue proporcional a la pérdida de peso .
3. El porcentaje de pérdida de peso de cada una de las muestras de alambre fue mayor que el observado en las muestras de rejillas tipo persiana.
4. Las resistencias al colapso original y final de las muestras de rejilla de alambre fueron significativamente menores que aquellas de las muestras de rejillas tipo persiana.

Los resultados indicados arriba convalidan la preocupación expresada por RMC respecto de la potencial corrosión y de la situación posterior a la instalación en pozos de agua construidos con rejillas de alambre de acero al carbón. No obstante, los efectos reales quedaron claros cuando los contratistas de agua comenzaron a experimentar problemas con los pozos que habían construido con estos materiales, tal como se presenta en los casos prácticos a continuación.

Informes de varios contratistas de agua

Sureste del Desierto de Mojave

En 1995, una empresa de aguas municipales para zonas rurales expandió su sistema de provisión de agua perforando un nuevo pozo hasta una profundidad de 400 pies. El pozo se completó con rejilla de alambre de 8 pulgadas en acero al carbón y con empaque de grava. Cuando el pozo entró en servicio, la empresa encontró que se requería una limpieza frecuente debido a la obstrucción de las rejillas provocada por bacterias de hierro

Después de 4 años en servicio, el pozo tenía que rehabilitarse nuevamente para mejorar su desempeño. Fue durante una de esos episodios rutinarios de rehabilitación que se produjo un problema serio. Mientras se limpiaba la rejilla, el alambre comenzó a separarse de las varillas longitudinales, lo que finalmente habría causado un colapso masivo del pozo. Dada la importancia del pozo para el sistema de provisión de agua y el elevado costo de perforar un pozo de reemplazo, la empresa prefirió instalar un revestimiento de ranuras fresadas. Si bien el revestimiento hizo posible que el pozo continuara operando, el desempeño se vio marcadamente reducido. La producción disminuyó en un 50% respecto de su capacidad original.

Sobre la base de la experiencia de esta empresa de servicios con rejillas de alambre en acero al carbón, se concluyó que los futuros pozos se construirían con acero inoxidable para proporcionar una mayor resistencia, duración y longevidad al pozo. La empresa no informó de experiencias similares de fallas en los pozos construidos con otros tipos de acero o rejillas.

Cerritos, California

Un importante proveedor de agua del sur de California instaló un pozo nuevo de gran capacidad en la cuenca de aguas subterráneas del Condado de Orange, con el fin de aumentar el suministro al sistema existente. El pozo fue diseñado por una empresa independiente que trabajó en colaboración con la compañía de aguas. Siguiendo el diseño propuesto, el pozo se construyó con rejilla de alambre en acero al carbón. Después de aproximadamente 5 años de operación, el operador contrató a una empresa para realizar el mantenimiento del pozo. El pozo se trató inicialmente con ácido para remover las escamaciones y el material biológico que obstruía la rejilla. Una vez concluido el tratamiento ácido, el contratista empleó un pistón doble para agitar el pozo. El paso final fue el tratamiento con cloro. Después de este tratamiento, el contratista estaba retirando la herramienta cuando quedó atorada en los últimos 20 pies de rejilla. No se podía retirar la herramienta; sin embargo, el contratista pudo desconectar y sacar el tubo eductor.

Una vez retirado el tubo eductor, se realizó un estudio de video, para evaluar el daño del pozo. La inspección reveló que el alambre perimetral se había separado de las barras interiores y se había enrollado formando una masa retorcida que bloqueaba totalmente el interior del pozo. Luego de este análisis, la empresa de aguas concluyó que el escenario más probable fue que el alambre de acero al carbón y las barras interiores se habían corroído considerablemente. En esta condición debilitada, el tratamiento ácido y el pistoneo se habían combinado para provocar la falla de la rejilla. Desafortunadamente, el estudio de video no se realizó antes del desarrollo del pozo, y, en consecuencia, esta hipótesis no pudo ser respaldada con evidencias de observación directa.

La Habra, California

Como proveedora de agua para el municipio, la Ciudad instaló un nuevo pozo profundo en la cuenca de aguas subterráneas de La Habra como fuente de abastecimiento de agua potable. El pozo se perforó hasta la profundidad deseada mediante circulación inversa y se construyó con tubería ciega de acero al carbón y rejilla de alambre del mismo material. Respecto de las pruebas de bombeo del pozo, las mediciones se realizaron con un contador de arena Rossum para confirmar que la producción de arena era aceptable, es decir menos de 5 partes por millón durante la prueba de bombeo inicial. El pozo entró en operación y abasteció como importante suministro de agua municipal.

Aproximadamente 7 años después de que el pozo entrara en servicio, el Municipio descubrió que el pozo había comenzado a bombear arena y hasta algún material de mayor tamaño proveniente del empaque de grava. Dada la preocupación del municipio respecto del estado del pozo, se decidió retirar la bomba y realizar un estudio de video al fondo del pozo para inspeccionar las tuberías y la rejilla de alambre. El video mostró claramente que la rejilla de alambre de acero al carbón se había corroído y que en algunos lugares las ranuras se habían agrandado considerablemente. Como resultado directo de estas ranuras más grandes, la rejilla no podía retener el material del empaque ni de la formación.

En consecuencia, estos materiales ingresaban al pozo y pasaban a la bomba.

Una vez descubierto esto, el municipio decidió rehabilitar el pozo. No obstante, durante los trabajos de rehabilitación, la herramienta del contratista se quedó atascada en el pozo y no pudo ser retirada. Como resultado de ello, el pozo fue retirado de servicio en forma permanente y abandonado.

Si se realiza un análisis retrospectivo, la desafortunada serie de circunstancias que condujeron finalmente al abandono del pozo, podría haberse evitado. Por ejemplo, si el pozo se hubiera construido con un acero más durable, tal como el acero inoxidable 304, la rejilla habría sido claramente más resistente a la corrosión. Este cambio en el diseño habría impedido la corrosión de la rejilla y le habría ahorrado al municipio la pérdida del pozo y el costo de reemplazarlo.

Hallazgos

Los resultados de los ensayos de laboratorio y la experiencia a partir de los casos prácticos demuestran la tendencia de las rejillas de alambre de acero al carbón a una corrosión prematura. En contraste, no se informaron problemas similares de corrosión en pozos que se hayan construido con rejillas tipo persiana de acero al carbón u otros materiales.

Conclusiones

Los hallazgos sugieren las siguientes conclusiones:

- ∞ Los pozos de agua construidos con rejilla de alambre de acero al carbón son decididamente más susceptibles a la corrosión cuando se los expone a condiciones de calidad de agua agresiva.
- ∞ La evidencia muestra que los tipos de problema que pueden producirse en pozos con rejillas de alambre de acero al carbón son: 1) desprendimiento del alambre perimetral en las barras; 2) producción de arena inaceptable y 3) colapso.

Recomendaciones

Para la mayoría de las aplicaciones, la rejilla de alambre debe construirse con acero inoxidable tipo 304. Para aquellos pozos que se instalan en condiciones de calidad de agua muy corrosiva, puede resultar aconsejable seleccionar acero inoxidable tipo 316L.