

Resumen

El tema central de esta tesis es la Capacidad de Intercambio Catiónico (*CEC*). Para el desarrollo del tema se presentan los conceptos fundamentales de la caracterización de formaciones más relevantes, así como las características y propiedades de las arcillas y formaciones arcillosas, y del agua de formación en los yacimientos. También se presenta la relación que tiene la *CEC* en la interpretación de algunos registros geofísicos, y su importancia en las propiedades petrofísicas de las formaciones, sobre todo en el aumento de la conductividad de la formación.

Además, se presentan los métodos más comunes para determinar la *CEC* en rocas de yacimientos petroleros y se describen los factores que influyen en la medición y el tratamiento que se le debe dar a la muestra antes de determinar este parámetro.

De los métodos descritos se aplicó el método de azul de metileno (*MBT*) a cuatro muestras de canal, representativas de diferentes estratos de la perforación de un pozo de la región Sur. Se escogió este método por ser de fácil aplicación y por la confiabilidad de sus resultados cuando el método se aplica con el debido cuidado. Se reportan los resultados obtenidos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones propias de este trabajo.

Objetivos

Este trabajo se desarrolló con base en los siguientes objetivos:

- Definir el fenómeno de la capacidad de intercambio catiónico (*CEC*);
- Presentar la relación que tiene la *CEC* con las propiedades petrofísicas y eléctricas de las formaciones arcillosas;
- Explicar el efecto que tiene la *CEC* en el exceso de conductividad de las formaciones arcillosas, y la consecuente alteración del valor en el cálculo de saturación de agua;
- Describir los distintos métodos para determinar la *CEC* de arcillas y rocas arcillosas. Presentar el método *MBT* como el más sencillo para determinar la *CEC* en muestras de roca arcillosa;
- Enfatizar la importancia de la medición de la *CEC*, como un parámetro más, en la caracterización de formaciones.

Prefacio

EN la Ingeniería Petrolera es de gran importancia el estudio de las propiedades y características de la roca, de los fluidos y del sistema roca – fluidos de un yacimiento, así como los fenómenos e interacciones que suceden en el mismo. El conocimiento de esos parámetros es de gran ayuda para obtener una mejor caracterización de formaciones y de yacimientos.

La caracterización de formaciones comprende el procesamiento de datos de perforación, muestras de roca, muestras de fluidos, registros geofísicos y pruebas en el pozo, para que con ello podamos determinar las propiedades y características de la roca, de los fluidos y del sistema roca – fluidos alrededor del pozo. Debemos notar que esta caracterización debe extenderse por todo el yacimiento o campo petrolero, durante todas las etapas de explotación del mismo: exploración, desarrollo, producción y abandono; a esto último se le conoce como caracterización de yacimientos, y su objetivo principal es determinar las propiedades y características del yacimiento o campo petrolero, importantes para su explotación.

Para hacer una buena caracterización de formaciones, debemos conocer las propiedades y características de la roca, de los fluidos y del sistema roca fluidos; estas propiedades se obtienen de pruebas en núcleos en el laboratorio, análisis pVT , registros geofísicos, etc.

Los estudios de caracterización han mostrado que la presencia de arcilla causa problemas tanto de operación como en la medición de parámetros. La cantidad de la misma y su distribución en el yacimiento pueden llevar a errores, sobre todo a la hora de interpretar registros geofísicos, y por lo tanto los valores de los parámetros que deseemos determinar no serán los representativos de la formación.

Uno de los fenómenos que pueden ayudarnos a tener una mejor comprensión sobre la interacción del sistema roca – fluidos en un yacimiento petrolero es la capacidad de intercambio catiónico (CEC). Este fenómeno ocurre principalmente en formaciones arcillosas y es de suma

importancia al momento de interpretar registros geofísicos, particularmente los de tipo eléctrico, y posteriormente en la determinación de parámetros tales como el valor de la saturación de agua en formaciones arcillosas.

Por su naturaleza las arcillas presentan una carga negativa en su superficie, cuando la arcilla se encuentra inmersa en una solución acuosa, como ocurre de manera natural en el yacimiento, los iones que balancean esa carga negativa pueden intercambiarse con los de la solución acuosa, dando como resultado un valor de *CEC*.

La *CEC* es la responsable del exceso de conductividad que presentan las formaciones arcillosas, por lo que su conocimiento y determinación son muy importantes en la interpretación de algunos registros geofísicos. Como la conductividad de la formación influye directamente en el cálculo de la saturación de agua, es muy importante incluir la *CEC* como parámetro de cálculo para determinar la saturación de agua en formaciones arcillosas.

Algunos autores ya han demostrado el efecto que tiene la *CEC* en la conductividad de la formación y, por consecuencia, en el cálculo de la saturación de agua; por lo que han desarrollado modelos de conductividad para determinar la saturación de agua en formaciones arcillosas, basados en la capacidad de intercambio catiónico. Estos modelos son los de Waxman – Smits y Dos Aguas.

Además del efecto que tiene la *CEC* en la conductividad de la formación, este fenómeno también puede alterar la permeabilidad de la formación y su porosidad efectiva, esta última debido a la presencia de una capa de agua que está impregnada en la arcilla. La formación de esta capa de agua es inherente a la presencia de la *CEC*.