

44
221



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ADITIVOS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE
PROPIEDADES REOLOGICAS TIXOTROPICAS
EN LODOS BENTONITICOS DENSIFICADOS
CON BARITA.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO PETROLERO
P R E S E N T A:
JOSE ODILON BOLDAN SARMIENTO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pág.
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
CAPITULO II	
GENERALIDADES	2
a) Dispersantes	3
b) Extendedores	4
CAPITULO III	
1.- Flujo Laminar	6
2.- Flujo Turbulento	6
3.- Flujo Tapón	7
Parámetros que define el comportamiento reológicos y tixotrópicos	8
Viscosidad Plástica	9
Viscosidad Aparente	10
Punto Cedente	10
Gelatinosidad	11
Fuerza de Gelatinosidad	12
1.- Gel Frágil	
2.- Gel Progresiva.	

Fluido no Newtonianos	14
Los Fluidos no Newtonianos se clasifican	15
1.- Tiempo independiente	
a) Plástico de Bingham	16
b) Pseudoplástico y Dilatante	18
2.- De tiempo dependiente	
a) Fluido Tixotrópico	19
b) Fluido Reopectivo	21
Modelos Reológicos	22
Modelo Plástico de Bingham	24
Modelo Ley de Potencia	28
Modelo Ley de Potencia Modificada	31

CAPITULO IV

Evaluación de Aditivos Químicos para el control de Propiedades Reológicas y Tixotrópicas en lodos bentoníticos Densificados	34
Condiciones para la integración y evaluación	35

CAPITULO V

FASE EXPERIMENTAL	38
-------------------------	----

INTRODUCCION

El fluido a base de bentonita, arcilla hidratable y agua ha sido el de mayor consumo en la industria de la perforación sin embargo, las necesidades actuales tanto operacionales y ecológicas ha definido sus limitaciones y optimización, lo que ha creado la necesidad de emplear aditivos complementarios que permitan el desarrollo y control de propiedades reológicas y tixotrópicas, las cuales serán tratadas en este trabajo dada su importancia en la remoción y acarreo de las partículas generadas durante la perforación de pozos petroleros.

CAPITULO II

GENERALIDADES.

El desarrollo y control de propiedades físicas y químicas en fluidos de perforación de mayor consumo en la perforación de pozos petroleros se ha obtenido mediante el uso de aditivos químicos de naturaleza arcillosa denominadas Barita y Bentonita las cuales integradas en medios acuosos permiten que el fluido de perforación realice las siguientes funciones.

1. Mantener el agujero libre de recortes procedentes de la formación perforada a través de una buena capacidad de acarreo y remoción.

2. Enfriar y lubricar la barrena y tubería de perforación, para el buen funcionamiento de la misma.

3. Evitar derrumbes o formación de cavernas durante la perforación de formaciones.

4. Mantener en suspensión los cortes que se están generando y los agentes densificantes.

5. Soportar parte del peso de la sarta de perforación.
6. Prevenir reventones
7. Formar enjarres impermeables
8. Proteger la formación productora

9. Conducir la fuerza hidráulica de las bombas a la barrena.

10. Ayudar a la toma de registros eléctricos.

11. Controlar la corrosión de la tubería de perforación.

La realización de estas funciones se debe a las propiedades físicas y químicas como son la reología, tixotropía y densidad.

Sin embargo estas propiedades requieren de un control adecuado mediante el empleo de aditivos químicos complementarios como son los Dispersantes, Extendedores.

3

a) Dispersantes.

Estos aditivos tienen como función controlar las propiedades reológicas y tixotrópicas y se clasifican de

acuerdo a su resistencia a la temperatura en dispersantes de baja temperatura y alta temperatura.

Dispersantes de baja temperatura Taninos, Pirofosfatos, Lignitos, Lignosulfonatos.

Dispersantes de alta temperatura complejos organometálicos a base de cromo y calcio tales como Cromolignosulfonatos, Cromolignito, Lignosulfonato Calcico, Lignito Calcico, Tanino Calcico.

b) Extendedores.

Son aditivos químicos que se emplean para mejorar la calidad de la bentonita en cuanto al desarrollo de propiedades reológicas y tixotrópicas. Tanto los dispersantes como los extendedores requieren de un PH alcalino para que realice sus funciones debido a que la acidez o alcalinidad de un fluido influye determinantemente en las propiedades de flujo, en la resistencia al gel, en el control de corrosión y en el rendimiento de las arcillas.

El control de acidez o alcalinidades se efectúa mediante la determinación de PH (Potencial de Hidrogeno), en lodos bentoníticos la alcalinidad de 9 a 11 se obtiene mediante el uso de la sosa caustica.

CONDICIONES PARA INTEGRAR LOS ADITIVOS QUIMICOS

Para que todos los aditivos químicos, dispersantes, viscosificantes, gelantes y densificantes cumplan con sus funciones específicas durante las operaciones de perforación es necesario emplear una buena agitación mecánica y equipos Desarenadores y Desarcilladores que eviten la incorporación de sólidos no deseables procedentes de las formaciones al fluido lo cual se reflejará en una mejor capacidad de remoción y acarreo de los recortes.

CAPITULO III

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE UN LODO BENTONITICO

La reología y la tixotropia son propiedades físicas y químicas, características de un fluido bentonítico, las cuales se desarrollan de acuerdo a la capacidad que tenga la bentonita de hidratarse para formar suspensiones coloidales estables deformables al mínimo esfuerzo representado por un grado de fluidez manifestado en los siguientes tipos de flujo.

1. Flujo laminar.
2. Flujo turbulento.
3. Flujo tapon.

1. FLUJO LAMINAR.

Se presenta cuando se aplica una presión que induce a un movimiento rápido con la parte transversal del fluido, la cual se hace más rápida en la parte central del espacio anular, originando un frente de velocidad que cambia desde un frente plano hasta tomar la forma de una parábola, figura 3.

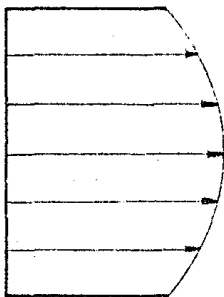


Figura 3

2. FLUJO TURBULENTO.

Se genera al aumentar la velocidad del flujo provocando que las partículas del fluido se salgan del camino paralelo y se entremezclan o choquen en forma desordenada produciendo turbulencia, figura 3-1.

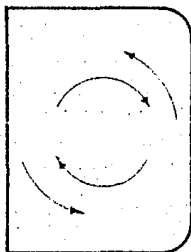


Figura 3-1

3. FLUJO TAPON.

Este flujo ocurre cuando a presiones mínimas el fluido

alcanza una mayor superficie de contacto adquiriendo un movimiento en forma de embolo, figura 3-II.

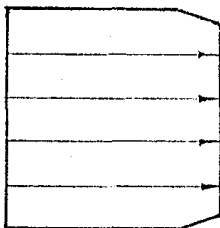


Figura 3-II

PARAMETROS QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO REOLOGICO Y TIXOTROPICO

El comportamiento reológico y tixotrópico se rige mediante los siguientes parámetros físicos.

VISCOSIDAD.

Se define como la relación que existe entre el esfuerzo de corte de un fluido y la velocidad de corte para el mismo.

Donde:

$$\mu = \frac{\sigma}{V_c}$$

$$\sigma = \text{Esfuerzo de Corte } \text{lb}/100 \text{ pie}^2$$

V_c = Velocidad de Corte. seg^{-1}

μ = Viscosidad. cp

El esfuerzo y la velocidad de corte, son propiedades fisicoquímicas que están relacionadas con la deformación de la materia.

Su unidad representativa es el poise el cual se define.

Como la fuerza de una dina que se aplica a una placa de 1 cm^2 de área y separada 1 cm. de distancia de otra lo cual provoca una velocidad de 1 cm/seg.

VISCOSIDAD PLASTICA.

Es la resistencia al flujo debido a la fricción mecánica generada por el rozamiento y concentración de los sólidos entre si y la viscosidad de la fase líquida que las rodea, su unidad representativa es el poise.

A mayor densidad o concentración de sólidos por volumen la fricción entre partículas aumentará el rozamiento entre ellas, bajo tales condiciones, la viscosidad plástica que es una medida de fricción se incrementará aumentando también la viscosidad aparente. Siempre que se pretenda

reducir la viscosidad plástica es necesario disminuir la concentración de sólidos por medio de aparatos mecánicos.

VISCOSIDAD APARENTE:

Se define por la resistencia al flujo causada principalmente por las fuerzas de atracción de sus partículas y en menos grado por la fricción creada entre ellas a una determinada velocidad de corte su unidad representativa es el poise.

La viscosidad de un fluido es afectada por la temperatura.

La medida de la viscosidad aparente a punto de escurrimiento, se efectúa con el embudo Marsh y se expresa en segundos Marsh.

En el laboratorio la medición de esta viscosidad se lleva a cabo con el viscosímetro rotacional Fann 35 que nos indica su resultado en centipoise (cp).

PUNTO CEDENTE.

Es la resistencia al flujo debida a la fuerza de atracción que existen entre las partículas o sólidos en

suspensión. La condición dinámica del valor de esta fuerza de atracción o punto cedente está en función de:

1. El tipo de sólidos y las cargas eléctricas asociadas con ellas.
2. La concentración en volumen de sólidos.
3. La concentración conica de las sales contenidas en la fase líquida.

El punto de cedencia tiene efectos indeseables sobre el control de pérdidas de filtrado, las presiones de circulación y la resistencia de los geles por lo cual es necesario reducirlos, su unidad representativa esta dada en unidad de fuerza entre unidad de área.

GELATINOSIDAD.

Es la propiedad que tiene ciertos fluidos de formar estructuras semi-rígidas cuando estan en reposo y de recuperar nuevamente su estado original por agitación mecánica, se le representa por unidad de fuerza entre unidad de área.

FUERZA DE GELATINOSIDAD .

Es la medida de la fuerza de atracción, de las partículas del fluido, cuando está en reposo la bentonita y polímeros coloidales hidratables que se añaden a los fluidos con el fin de aumentar la fuerza de gelatinosidad.

Tipos de Gelatinosidad:

1. Gel Progresiva.
2. Gel Frágil.

1. GEL PROGRESIVA.

Es la que comienza con valores bajos y aumenta en forma constante al poner el fluido en reposo, esto ocurre cuando existe una alta concentración de sólidos.

2. GEL FRAGIL.

Este tipo de gel se inicia con una fuerza de gel en los primeros minutos, pero aumenta muy poco con el tiempo en reposo.

Este tipo de fuerza de gel es menos firme y requiere

una menor presión de bombeo para establecer la circulación, figura 3-III.

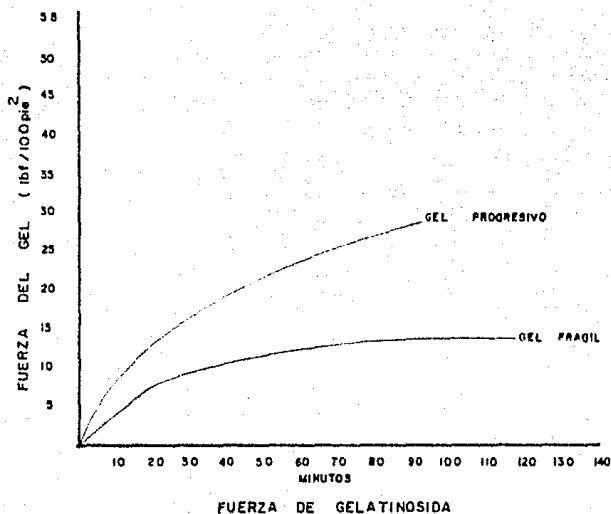


FIGURA 3-III

FLUIDO NO NEUTONIANO.

El lodo bentonítico es un sistema típico de un comportamiento No Newtoniano donde el esfuerzo de corte no es directamente proporcional a la velocidad de corte, lo que requiere de un esfuerzo inicial de corte para fluir, el cual se conoce como punto de cedencia.

Al graficar el comportamiento de estos fluidos se observa una relación que esta dada por una curva que no parte del origen, figura 3-IV.

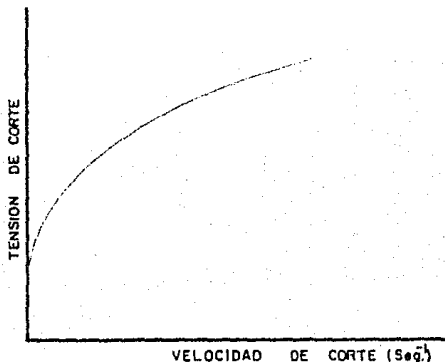


Figura 3-IV.

Los fluidos No Newtonianos no tienen una viscosidad constante y esta dependerá de la velocidad de corte, ya que

por su punto de cedencia se debe vencer un cierto grado de resistencia interna, para que esta empiece a fluir.

Si se grafica la viscosidad en función de la velocidad de corte se obtiene la curva, figura 3-V.

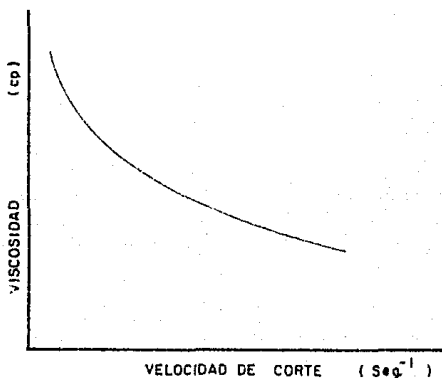


Figura 3-V

Los fluidos No Newtonianos se clasifican:

1. De Tiempo Independiente:

- a) Plástico de Bingham.
- b) Pseudoplástico.
- c) Dilatantes.

2. De Tiempo Dependente:

- a) Tixotrópicos .
- b) Reopécticos.

1. DE TIEMPO INDEPENDIENTE.

a) PLASTICO DE BINGHAM.

Las características de un fluido plástico de Bingham es que la relación velocidad de corte-esfuerzo de corte es representada por una línea recta que no pasa por el origen, por lo tanto intercepta el eje de los esfuerzos en un punto diferente al origen. Este valor mínimo del esfuerzo de corte se denomina punto de cedencia.

Matemáticamente esta relación para el fluido de Bingham se expresa en la figura 3-VI.

$$\sigma = P_c + \frac{V_p}{g_c} V_c$$

$$\sigma = \text{Esfuerzo de corte. lbf/100 pie}^2$$

$$V_c = \text{Velocidad de corte. seg}^{-1}$$

$$V_p = \text{Viscosidad Plástica. cp}$$

$$P_c = \text{Punto Cedente lbf/100 pie}^2$$

$$g_c = \text{Const de gravitación Universal}$$

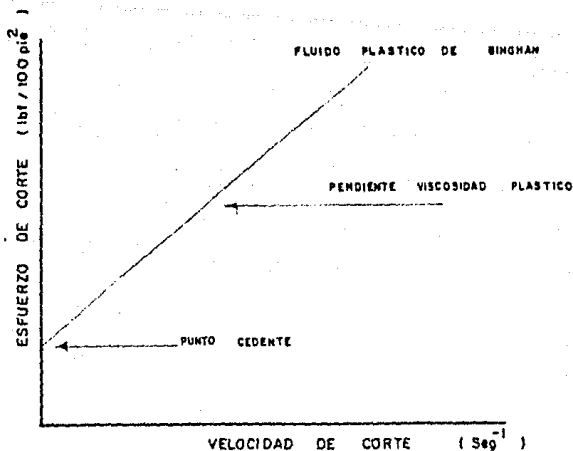


Figura 3-VI

b) FLUIDO PSEUDOPLASTICOS Y DILATANTES

Se caracteriza por excluir punto cedente pero no representan un comportamiento Newtoniano, figura 3-VII.

El comportamiento de los fluidos Pseudoplásticos y Dilatantes se expresa por la ecuación empírica conocida como ley de Potencia.

$$\text{Esfuerzo de corte } (\tau) = K \times \text{Velocidad de corte } (V_c)^n$$

τ	Esfuerzo de corte. lbf/100 pie ²
V_c	Velocidad de corte. seg. ⁻¹
k	Medida de Viscosidad del fluido.

- n Es una medida del grado de desviación del - -
comportamiento de un flujo Newtoniano.
- Si n Es mayor que 1 el fluido es Dilatante.
- Si n Es menor que 1 el fluido es Pseudoplástico.
- Si n Es igual que 1 el fluido es Newtoniano.

El comportamiento del fluido dilatante y Pseudoplástico se puede observar graficando el esfuerzo de corte VS velocidad de corte, figura 3-VII.

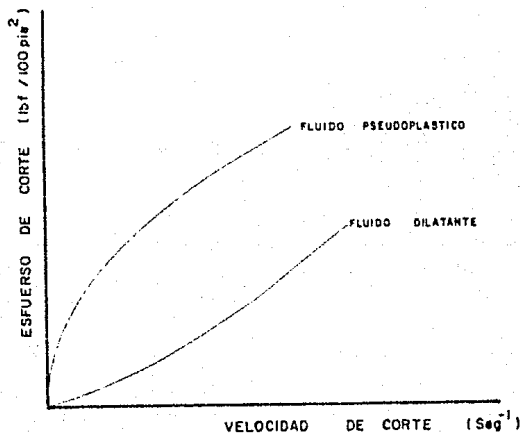


Figura 3-VII

2. DE TIEMPO DEPENDIENTE.

Los fluidos de tiempo dependiente No Newtoniano exhiben un comportamiento en el flujo no lineal dependiendo del tiempo de reposo con un valor de esfuerzo de corte.

a) FLUIDO TIXOTROPICO.

La tixotropía se puede definir como el fenómeno exhibido por algunos geles que se hacen fluidos con el movimiento siendo este un cambio reversible.

Los fluidos Tixotrópicos tienen una estructura interna que aumenta su resistencia al esfuerzo de corte (gelatinosidad) mientras se encuentra en reposo.

Esta propiedad de tixotropía es el resultado de las fuerzas de interacción de los sólidos, a bajas velocidades de corte que provocan la gelación del lodo y ejercen gran influencia en la viscosidad y es típico de un lodo bentonítico donde las arcillas bentoníticas son sólidos eléctricamente más activos cuyas partículas se pueden reunir para formar una matriz o estructura gel.

En la figura 3-VIII muestra la curva de un fluido tixotrópico con estructura gel. La velocidad de corte-Esfuerzo

cortante de un fluido tixotrópico se representa como una línea recta en hoja logarítmica para determinar "n" y "k" pendiente que define el punto de cedencia, de acuerdo a las lecturas de esfuerzo al corte, obteniéndose mediante el viscosímetro Fann.

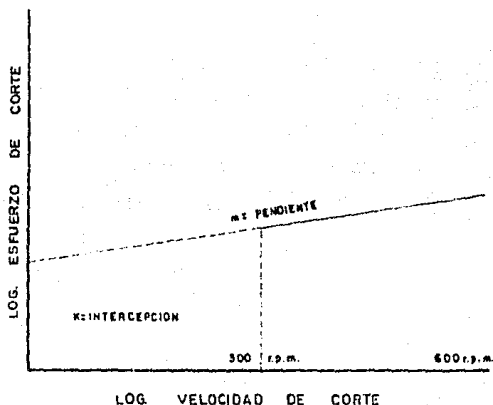


Figura 3-VIII

b) FLUIDOS REOPECTICOS.

Este fluido tiende a aumentar los esfuerzos estructurados, bajo un valor de velocidad de corte.

Una característica de éstos es el incremento del

esfuerzo cortante, con respecto al tiempo a una velocidad de corte constante, se representa en la siguiente figura 3-IX.

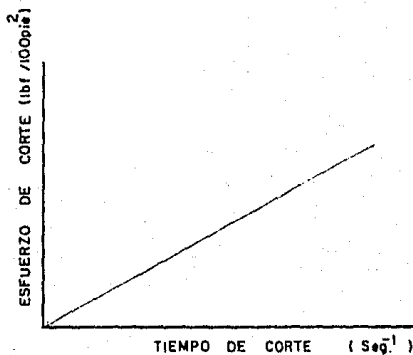


Figura 3-IX

MODELOS REOLOGICOS

EMPLEO PARA DEFINIR EL COMPORTAMIENTO DE UN LODO BENTONITICO

Estos modelos sirven para definir el comportamiento de un lodo bentonítico requiere de expresiones matemáticas que la describan en relación a su esfuerzo de corte y velocidad de corte. A sabiendo de que no hay una Ecuación matemática que describa con exactitud su reología dada la variedad y complejidad de sus componentes sin embargo existen varias ecuaciones que se aproximan en ciertos grados a la relación de esfuerzos de cortes y velocidad de corte.

TIPO DE MODELOS REOLOGICOS.

1. Modelo Plástico de Bingham.
2. Modelo Ley de Potencias.
3. Modelo Ley de Potencia Modificado.

La reología de los fluidos es afectada por la temperatura por lo tanto cuando se seleccione el modelo reológico, hay que indicar a que temperatura fueron obtenidas las propiedades del fluido.

Utilidad de los modelos reológicos. Los modelos

reológicos son muy útiles para el desempeño de cualquier sistema de circulación, por consiguiente es necesario conocerlos para seleccionar el modelo reológico que más se adapte a las necesidades de operación.

MODELO PLASTICO DE BINGHAM

Con este modelo se puede calcular las caídas de presión por fricción en el interior de tuberías y espacios anulares. Los parámetros que utiliza obtenidas mediante dicho modelo son viscosidad plástica y el punto cedente el cual para describir el comportamiento de los fluidos, las lecturas hechas en el viscosímetro Fann a 300 y 600 revoluciones por minuto.

Estos dos parámetros reológico-tixotrópico viscosidad plástica y punto de cedencia, especifican completamente las propiedades del flujo de un fluido plástico de Bingham.

La viscosidad aparente de un fluido plástico de Bingham no varía proporcionalmente con la aplicación de diferentes esfuerzos.

La Ecuación que representa el Modelo Plástico de Bingham.

$$\sigma = \frac{V_p}{G_c} V_c + P_c$$

$$\sigma = \text{Esfuerzo de Corte, lbf/100 pie}^2$$

$$V_c = \text{Velocidad de Corte, seg}^{-1}$$

$$P_c = \text{Punto Cedente, lbf/100 pie}^2$$

V_p = Viscosidad Plástica, cp

G_c = Constante de Gravitación Universal.

Para determinar Punto Cedente y Viscosidad Plástica se basa en las lecturas tomadas en el Viscosímetro Fann Mod. 35 de 300 y 600 rpm. Aplicando el modelo de Bingham.

tenemos:

$$\tau_{300} = \frac{V_p}{G_c} V_{c300} + P_c \text{ ----- (1)}$$

$$\tau_{600} = \frac{V_p}{G_c} V_{c600} + P_c \text{ ----- (2)}$$

Se obtiene la Viscosidad Plástica resolviendo el sistema de Ecuaciones Obtenemos:

$$V_p = G_c \left[\frac{\tau_{600} - \tau_{300}}{V_{c600} - V_{c300}} \right] \text{ ----- (3)}$$

Sustituyendo en la Ecuación (3) los valores de Esfuerzo de Corte y Velocidad de Corte se obtiene la siguiente Ecuación.

$$V_p = \frac{32.17}{100} \left[\frac{1.067 (\theta 600 - \theta 300)}{1.703 (600 - 300)} \right] \text{-----} (4)$$

$$V_p = 0.000672 (\theta 600 - \theta 300) \frac{lbm}{ft^2 \cdot sec}$$

$$V_p = \theta 600 - \theta 300 \text{ (cp) -----} (5)$$

Si despejamos de (1) el Esfuerzo de Cedencia

$$P_c = \sqrt[3]{300 - \frac{V_p}{G_c}} V_c 300 \text{-----} (6)$$

Sustituyendo el valor de Viscosidad Plástica en la --
Ecuación (7) obtenemos:

$$V_p = G_c \left[\frac{\sigma_{600} - \sigma_{300}}{V_{c_{600}} - V_{c_{300}}} \right] \text{----- (a)}$$

$$P_c = \sigma_{300} - \frac{G_c}{G_c} \left[\frac{\sigma_{600} - \sigma_{300}}{V_{c_{600}} - V_{c_{300}}} \right] V_{c_{300}} \text{----- (7)}$$

Simplificando la Ecuación (8) tenemos:

$$P_c = \sigma_{300} - (\sigma_{600} - \sigma_{300}) \text{----- (8)}$$

Sustituimos que Esfuerzo igual a la Lectura

$$\sigma = \theta$$

Tenemos:

$$P_c = \theta_{300} - (\theta_{600} - \theta_{300})$$

Sust. la Viscosidad Plástica en la Ecuación (6) obtenemos.

Se sabe que:

$$V_p = \theta_{600} - \theta_{300}$$

Finalmente tenemos que Punto Cedente queda de la siguiente manera.

$$P_c = \theta_{300} - V_p \quad 1bf/100 \text{ pie}^2$$

MODELO LEY DE POTENCIAS

Por medio de este modelo se pide calcular las caídas de Presión por fricción tanto en interiores de tuberías como en Espacios Anulares.

Este modelo requiere de las siguientes parámetros:

n Índice de Comportamiento de flujo.

K Índice de Consistencia.

De aquí que el índice de consistencia (k) sea un indicativo de la consistencia del fluido, es un término directamente proporcional a la viscosidad (μ) es decir mientras mas elevado sea el valor de (k) el fluido será más viscoso.

Por otra parte el índice de comportamiento de flujo (n) es un parámetro que nos indica que tan Newtoniano es un fluido y mientras más se aleje el valor de (n) a la unidad el fluido será menos Newtoniano.

Para obtener el valor de (n) y (k) se parte de la ecuación.

$$\sigma = K V_c^n \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$\sigma = \text{Esfuerzo de Corte.} \quad \text{1bf/100 pie}^2$$

K = Índice de Consistencia.

n = Índice de Comportamiento de flujo.

V_c = Velocidad de Corte. seg^{-1}

De la Ecuación (1) evaluada a 600 y 300 rpm.

$$\sigma_{600} = K V_{c600}^n$$

$$\sigma_{300} = K V_{c300}^n$$

Para obtener los valores de "n" y "k" se resuelve simultáneamente las Ecuaciones obteniéndose para el índice de comportamiento de flujo (n).

$$n = \frac{\log(\sigma_{600} / \sigma_{300})}{\log(V_{c600} / V_{c300})} \quad \text{-----} \quad (2)$$

En unidades prácticas y en base a las lecturas del Viscosímetro, tenemos:

$$n = \frac{\log(\theta_{600} / \theta_{300})}{\log(2)}$$

$$n = 3.32 \log(\theta_{600} / \theta_{300}) \quad \text{-----} \quad (3)$$

Despejando el índice de Consistencia (k) del modelo.

$$\sigma = K V_c''$$

$$K = \sigma / V_c''$$

MODELO LEY DE POTENCIAS MODIFICADO

En los modelos anteriores se tomaron en cuenta la viscosidad plástica, punto cedente, índice de comportamiento del flujo (n) y el índice de consistencia (K). El modelo ley de potencias modificado, utilizó los cuatro parámetros anteriores, además otro que es el valor de gel a (0) minutos determinada en la velocidad mínima del viscosímetro Fann correspondiente a la lectura de la resistencia del gel tomada inmediatamente después de haberse agitado bien el fluido y haber transcurrido idealmente cero segundos después de la agitación o corte antes de hacer la lectura.

Este modelo es más general de los anteriores. La ecuación que representa el Modelo de Ley de Potencias Modificado.

Supone

$$\sigma = \theta$$

$$P_c = \theta_0$$

θ_0 - Valor de la gelatinosidad (gel) inicial.

Se tomará en este caso como una aproximación al valor verdadero del Esfuerzo de Cedencia.

$$\sigma_{600} = K V_c^{600} + P_c \text{ ----- (1)}$$

$$\sigma_{300} = K V_c^{300} + P_c \text{ ----- (2)}$$

Resolviendo por ecuaciones simultáneas se obtiene el siguiente resultado:

$$n = \frac{\log (\sigma_{600} - P_c) / (\sigma_{300} - P_c)}{\log (V_c^{600} / V_c^{300})} \text{ ----- (3)}$$

En función de las lecturas del Viscocímetro Fann y suponiendo que:

$$P_c = \theta_0$$

Se tiene:

$$n = \frac{\log (\theta_{600} - \theta_0) / (\theta_{300} - \theta_0)}{\log (2)} \text{ ----- (4)}$$

$$n = \frac{3.32 \log \theta_{600} - \theta_0}{\theta_{300} - \theta_0}$$

Despejando el índice de consistencia (K) de modelo de ley de potencia con punto cedente.

$$\sigma = K V_c^{22} + P_c$$

despejando el valor de (K) tenemos.

$$K = \frac{\sigma - P_c}{V_c^{22}}$$

CAPITULO IV

EVOLUCION DE ADITIVOS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE PROPIEDADES--
REOLOGICAS Y TIXOTROPICAS EN LODOS BENTONITICOS DENSIFICADOS.

Debido a que a principio de 1980 se ha incrementado notablemente la profundidad a la cual se encuentran los yacimientos petroleros.

Se ha tenido que emplear aditivos químicos que permitan la perforación de pozos profundos que presentan altas temperaturas, inicialmente los aditivos químicos bastaba que fueran compuestas simples de naturaleza inorgánica u orgánica tales como: Pirofosfatos, Taninos, Lignitos y Lignesulfonatos, los cuales controlan las propiedades reológicas y tixotrópicas. Actualmente se tuvieron que modificar formando complejos organometálicos los cuales tienen mayor resistencia a la temperatura.

Actualmente, este tipo de aditivos químicos conocidos como dispersantes para baja temperatura de 80 a 100°C y dispersantes de alta temperatura mayores de 100°C.

A la fecha se ha clasificado a los dispersantes para

baja y alta temperatura.

Dispersantes de baja temperatura:

Pirofosfatos, Taninos, Lignosulfonatos, Lignitos.

Dispersantes de alta temperatura:

Cromolignosulfonatos y Cromolignitos.

Para que todos estos aditivos cumplan con su función dispersante con lo cual se controlan las propiedades reológicas y tixotrópicas necesarias para un buen acarreo y limpieza del agujero, es necesario conocer previamente su comportamiento y las condiciones para su aplicación con lo cual se reducirá notablemente los problemas durante las operaciones de perforación.

Condiciones para la integración y evaluación:

Este tipo de aditivos se integran directamente a los fluidos de perforación base bentoníticos de alta y baja densidad los cuales se someten a temperaturas altas y bajas para definir su acción dispersante con el cual se controlan las propiedades reológicas y tixotrópicas de dicho sistema.

Los dispersantes empleados para el control de baja temperatura 70 a 80°C son ineficientes cuando estas temperaturas se elevan así como en presencia de iones divalentes como son, el calcio, magnesio y salinidades mayores de 50000 ppm como ion cloro.

Para temperaturas mayores de 100°C se emplean dispersantes organometálicos como son los cromolignosulfonatos y cromolignitos los cuales presentan ineficiencia en presencia de iones divalentes como son: el calcio y magnesio y salinidades mayores de 50000 ppm con ion cloro.

Para que todos estos aditivos cumplan sus funciones dispersantes en lodos bentoníticos es necesario que presenten alcalinidades entre 9-10 de lo contrario permanecerán inertes.

Es recomendable que los aditivos químicos que se emplean en fluidos de perforación se incorporen agitando mecánicamente al lodo para tener una inmediata y favorable respuesta.

La selección del aditivo químico más adecuado es especial aquellos que controlan las propiedades reológicas y tixotrópicas como son la Viscosidad Plástica, Viscosidad Aparente, Punto Cedente y Gelatinosidad se determina mediante el uso del Viscosímetro Rotacional.

En el caso de emplear el Viscosímetro Fann 35 se obtendrán estas propiedades mediante las lecturas obtenidas aplicando 6 velocidades de corte.

Viscosidad Plástica.

$$V_p = \text{Lectura } 600 - \text{Lectura } 300.$$

Viscosidad Aparente

$$V_a = \frac{\text{Lectura } 600}{2}$$

2

Punto Cedente.

$$P_c = \text{Lectura } 300 - \text{Viscosidad Plástica.}$$

Gelatinosidad.

Tomada a la mínima revolución.

CAPITULO V

FASE EXPERIMENTAL

Está fase comprende las siguientes etapas.

1.- Adquisición de materiales y equipo para su integración y evaluación.

2.- Integración de lodos bentoníticos densificados a 1.2, 1.8, 2.0 gr/cc e incorporación de los dispersantes para el control de propiedades reológicas y tixotrópicas.

3.- Evaluación de las Propiedades reológicas y tixotrópicas mediante el empleo de viscosímetro rotacional Fann 35.

MATERIALES QUIMICOS.

a) Dispersantes para baja y alta temperatura, pirofosfatos, cromolignosulfonatos y cromolignito.

b) Producto alcalinizante, sosa cáustica al 10%.

c) Lodos bentoníticos, densificados a 1.2, 1.8, 2.0 gr/cc.

EQUIPO PARA SU INTEGRACION Y CONTROL.

- a) Mezclador o dispersor.
- b) Vasos metálicos.
- c) Frascos de vidrio de 250 ml.
- d) Espátula.
- e) Termómetro.
- f) Chaqueta de calentamiento.

EQUIPO DE MEDICION:

- a) Balanza Granataria o Eléctrica.
- b) Balanza de lodos.
- c) Viscosímetro rotacional Fann 35.
- d) Potenciómetro y papel PH.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

PREPARACION DEL LODO BENTONITICO DENSIFICADO a 1.2, 1.8, 2.0 gr/cc.

La preparación de este lodo requiere del empleo de un 6% de bentonita en peso con relación al volumen de agua a emplear la cual se agrega directamente al agua mediante agitación continua hasta su completa hidratación, la cual se observa por la homogeneidad del sistema.

En seguida se procede a densificar agregando la barita necesaria para elevar la densidad a 1.2, 1.8 y 2.0 gr/cc a 1 litro de lodo bentonítico de 1.03 gr/cc. Para probar las densidades se empleó la balanza de lodos.

Esta integración se hace bajo agitación continua.

* Para densidad de 1.2 gr/cc se agregan 238 gr de barita.

* Para densidad de 1.8 gr/cc se agregan 1346 gr de barita.

Para densidad de 2.0 gr/cc se agregan 2038 gr de barita.

Comprobando la densidad se procede a alcalinizarlos

a un PH entre 9 y 10 mediante agitación continua para que puedan ser elevadas sus propiedades reológicas y tixotrópicas mediante el uso del viscosímetro rotacional Fann 35 a una temperatura de 50°F.

Para estos fluidos bentoníticos densificados se les integran los dispersantes los cuales se adicionan en concentraciones del 0.1% para un litro de lodo bentonítico densificado y se procede a evaluar sus propiedades reológicas y tixotrópicas mediante el uso del viscosímetro rotacional Fann 35.

Pirofosfato al 0.1% se le agrega 100 gr.

Cromolignosulfonato al 0.1% se le agrega 100 gr.

Cromolignito al 0.1% se le agrega 50 gr.

RESULTADOS OBTENIDOS

CON LODO BENTONITICO DENSIFICADO A 1.2 gr/cc SIN DISPERSANTE
Y CON DISPERSANTE.

TABLA 1

Propiedades Reológicas Tixotrópicas	Sin Tratar	Tratados		Temperatura (°C)
		Con Pirofos- fato al 0.1%	Tratado con CLS+CL 0.1%	
Viscosidad Aparente (cp)	7.75	6.75	2.75	50
Viscosidad Plástica (cp)	4.5	6.0	2.5	50
Punto Cedente (lb/100 pie ²)	6.5	0.25	0.5	50
Gel 3/10'	4/5	1/0.8	1/0.5	50

RESULTADOS OBTENIDOS.
 CON LODO BENTONITICO DENSIFICADO A 1.8 gr/cc SIN DISPERSANTE
 Y CON DISPERSANTE.

TABLA 2

Propiedades Reológicas Tixotrópicas	Sin Tratar	Tratados		Temperatura (°C)
		Con Pirofos- fato al 0.1%	Tratado con CLS+CL 0.1%	
Viscosidad Aparente (cp)	22.5	23	12	50
Viscosidad Plástica (cp)	7	23	13	50
Punto Cedente (lb/100 pie ²)	31	0	-2	50
Gel 3/10'	29/31	1/5	2/2	50

RESULTADOS OBTENIDOS
 CON LODO BENTONITICO DENSIFICADO A 2.0 gr/cc SIN DISPERSANTE
 Y CON DISPERSANTE .

TABLA 3

Propiedades Reológicas Tixotrópicas	Sin Tratar	Tratados		Temperatura (°C)
		Con Pirofos- fato al 0.1%	Tratado con CLS+CL 0.1%	
Viscosidad Aparente (cp)	54.5	40.5	15	50
Viscosidad Plástica (cp)	13	38	35	50
Punto Cedente (1b/100 pie ²)	83	5	-5	50
Gel 3/10'	30/25	1.5/6	1.5/1.5	50

CONCLUSIONES

1.- El tratamiento a base de cromolignosulfonato y cromolignito redujo considerablemente los puntos de cedencia llegando hasta valores negativos manifestándose un asentamiento de barita (Ver tabla 2 y 3).

2.- En el caso del tratamiento con pirofosfato los valores en cuanto al punto de cedencia se redujeron notablemente sin llegar a valores negativos (Ver tabla 1, 2, 3).

3.- Las gelatinosidades se redujeron considerablemente al emplear ambos tratamientos. (Ver tabla 1, 2, 3).

4.- Por consiguiente es aconsejable reducir la concentración de cromolignosulfonato y cromolignito para obtener valores negativos.

5.- Los materiales cumplieron sus funciones específicas al controlar las propiedades reológicas y tixotrópicas, manteniéndose la fluidez del sistema en un sistema newtoniano.

6.- De acuerdo a los valores reológicos obtenidos de estos sistemas corresponden a un comportamiento típico plástico de Bingham.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Perforación y Terminación de pozos petroleros. Capítulo V, VI. P.M.
- Fluido de Control (Nivel 2). Gerencia de Reparación y Terminación de Pozos.
- Manual de Tecnología de lodos. IMP K/PI/47.
- Compendio de fluidos de Perforación.
- Composition and properties of oil well Drilling Fluids.
- Apuntes de Fluidos de Perforación. UNAM.
- Flow of non newtonian fluid correlation of the laminar transition and turbulent flow regions. Mefzner A.B. y Reed J.C. Vol. I.