

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE INCORPORADORES DE AR NOS TESTES DE ÁGUA LIVRE EM PASTAS PARA POÇOS DE PETRÓLEO

Herculana Torres dos Santos¹; Júlio Cesar de Oliveira Freitas²; Almir Mariano de Sousa Junior³; Manoel Mariano Neto da Silva⁴

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, - herculanatorres@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte - gustavoferreira675@gmail.com

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido - almir.mariano@ufersa.edu

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, - mariano.paiva@ufersa.edu

RESUMO

A produção de pastas leves comumente é realizada a partir do uso de microesferas ocas de vidro, cerâmica e pela incorporação de nitrogênio. Entretanto, essa técnica apresenta custos elevados, tem seu uso limitado para grandes profundidades e as microesferas são facilmente destruídas no processo de mistura. Frente a essa realidade, os incorporadores de ar proporcionam baixa densidade à pasta de cimento, aumentam a plasticidade, reduzem a permeabilidade e a segregação a depender da dosagem. Mediante tais discussões, este trabalho tem por objetivo analisar a influência dos incorporadores de ar nos testes de água livre em pastas cimentação de poços de petróleo. Para tanto, formulou-se pastas leves onde foram empregados tensoativos não iônicos, microesferas de polímeros e superplastificante de resinas naturais. Posteriormente, o teor de água livre foi obtido a partir de pesagens e cálculos matemáticos. Constatou-se que as pastas formuladas apresentaram um teor de água livre equivalente a 0,4%, este valor está dentro dos níveis estipulados pela Norma API e mostra que a pasta apresenta boa estabilidade, que contribui significativamente para a redução das perdas de água durante o processo de cura. A adição de incorporadores de ar nas pastas de cimento provoca um aumento da viscosidade que também contribuiu com a redução da densidade pela retenção de bolhas na mistura.

Palavras-chaves: Pastas leves, incorporadores de ar, teste de água livre.

1. INTRODUÇÃO

Um dos pontos centrais do sucesso de uma cimentação é a manutenção de pressão hidrostática para que não exceda a pressão de fratura da formação. Quando a pressão exercida pelos fluidos ultrapassa o gradiente de fratura de uma dada formação, perdas de circulação ocorrem. A ocorrência de perdas de circulação durante o deslocamento da pasta de cimento pode gerar uma variedade de eventos indesejáveis. Dentre as possíveis

consequências, podemos citar: falta de isolamento entre zonas, fechamento do anular e subsequente restrições ao fluxo e falhas catastróficas da operação de cimentação. Consequentemente, considerações relativas à pressão são geralmente necessárias quando do uso de pastas leves de cimento (CAMPOS ET AL., 2002).

As pastas leves podem ser obtidas com o uso de materiais estendedores, gás nitrogênio, microesferas de vidro ou de cerâmica e incorporadores de ar que é caso

desse estudo. Essas pastas apresentam baixa densidade com propriedades satisfatórias para operações de cimentação de poços de petróleo.

As pastas com incorporadores de ar formam micro bolhas estáveis e bem distribuídas tornando possível a presença intencional das bolhas em toda a pasta de cimento e não somente na superfície. Além da baixa densidade, redução do consumo de cimento e de apresentarem variadas aplicações, outras vantagens podem ser destacadas como exemplo, as pastas podem provocar menor dano em formações reativa a água (BOZICH ET AL., 1984) e reduzir a criação de micro anular por fluxo de gás (TINSLEY ET AL., 1980 E HARTOG, DAVIES & STEWART, 1983).

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar as pastas de cimento para poço de petróleo quanto à densidade e observar como a incorporação de ar influenciam nos testes de água livre, mostrando a viabilidade do uso do aditivo IAR apresentando alternativas para cimentação de poços de petróleo com baixo gradiente de fratura ou zonas depletadas que precisam de pastas leves.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Incorporadores de ar

2.1.1 Tensoativo não iônico

Os tensoativos aumentam a trabalhabilidade da mistura, contribuindo com a diminuição do fator água /cimento. Esse material se apresenta como uma molécula anfifílica, que se caracteriza por uma parte polar que possui afinidade com a água e outra parte apolar que não possui afinidade com a água

O tensoativo não-iônico não possui carga e não se ioniza em contato com a água. O grupo hidrofílico é composto de alguma substância hidrossolúvel. Desse modo, a formação das bolhas de ar é realizada pelos tensoativos que não foram adsorvidos e estão livres na fase aquosa que, sob agitação, formam bolhas de ar microscópicas estáveis, resultantes da aglutinação das partes apolares dos tensoativos. A parte polar fica direcionada para a parte aquosa devido a afinidade com a água.

As espumas geralmente são instáveis e sua estabilidade depende de dois fatores principais: a tendência de drenagem dos filmes líquidos, tornando-se finos e a tendência de ruptura desses filmes devido a perturbações aleatórias. Normalmente as espumas tendem a colapsar e retornar ao estado líquido, de menor estado energético. Os tensoativos reduzem a tensão superficial entre o gás e o líquido devido à sua forte



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

adsorção à superfície das bolhas, conferindo-lhes maior elasticidade e opondo-se ao referido colapso (SHAW, 1992).

2.1.2 Microesferas de polímero

É um incorporador de ar na forma de microesferas de polímero, pequenas partículas plásticas esféricas. As microesferas de polímero são diferentes das de vidro e de cerâmica pois precisam ser expandidas para que a incorporação de ar aconteça. Estas são dotadas de uma densidade muito baixas e por se tratar de um material muito leve o seu manuseio requer muita cautela para que a pesagem do material seja realizada da maneira correta e a perda de material seja minimizada.

A combinação entre a baixa densidade e a resiliência fornece características valiosas para o processo de incorporação de ar. As microesferas podem ser adicionadas ao cimento, mas devido a grande diferença de massa específica entre os dois materiais, pode ocorrer segregação fazendo com que fiquem concentradas no topo da mistura, ocasionando problemas de não homogeneidade na pasta. Para evitar esses problemas, as microesferas podem ser adicionada a água de mistura.

2.1.3 Superplastificante de resinas naturais

Esse aditivo possui resinas de alto desempenho que formam micro bolhas estáveis e bem distribuídas. Alguns superplastificantes resultam no aumento de espaços vazios daí a sua utilidade na incorporação de ar. Os superplastificantes são também conhecidos como redutores de água de alta eficiência. Deve se determinar o teor ótimo de superplastificante para a mistura. O uso deste aditivo químico em excesso pode agravar os fenômenos de exsudação e segregação no concreto fresco (RONCERO, 2000).

O uso de superplastificantes faz com que as forças de repulsão entre as partículas sejam predominantes, permitindo a formação de uma mistura dispersa e homogênea. As interações entre os superplastificantes e as partículas de cimento podem ser químicas ou físicas: as interações químicas proporcionam alterações na composição da solução aquosa e na morfologia dos hidratos formados; já as interações físicas, apresentam o papel mais importante durante o processo de dispersão das partículas de cimento (RONCERO, 2000), ocorrem quando a adsorção das moléculas de superplastificante na superfície das partículas de cimento age por meio de forças repulsivas, tanto de origem eletrostática como de origem estérica.

3. METODOLOGIA

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



3.1 Formulação da pasta

Para a formulação de pastas de cimento faz-se necessário calcular o rendimento, o fator água- cimento (FAC) e a quantidade adequada de cada produto utilizado na formulação. Além disso, para obtenção das diversas propriedades de uma pasta, fixam-se o peso específico da mesma e as concentrações de aditivos sólidos e líquidos. Para efetuação dos cálculos é necessário conhecer as densidades absolutas dos materiais a serem utilizados nas formulações.

As pastas foram formuladas para uma quantidade de componentes de modo a ser obtido 600 cm³ de pasta de cimento. Esta é a quantidade necessária para a realização dos ensaios de laboratório, segundo a API.

3.2 Escolha das concentrações

Apesar dos fabricantes sugerirem os valores de concentrações a serem utilizados, recomenda-se a realização de Estudos para determinar a melhor concentração para cada forma de uso e finalidade.

Após vários testes, principal dificuldade encontrada estava em conseguir bater a pasta no padrão correto, pois a pasta com incorporador de ar apresenta alta

viscosidade, sendo necessário mexer com a espátula ao final do processo de mistura e mesmo assim, em alguns casos, foi observado que o cimento não tinha se misturado completamente. Sendo assim, as concentrações escolhidas foram:

- Tensoativo Não Iônico – 0,01%; 0,03% e 0,05%.
- Microesferas de Polímero – 0,01%; 0,03% e 0,05%.
- Superplastificante de resinas naturais – 0,01gpc; 0,03gpc e 0,05 gpc.

3.3 Teste de Água Livre

Na realização deste ensaio, utilizou-se a pasta de cimento, preparada e homogeneizada. A pasta foi então transferida até o nível de 250 ml em uma proveta com tampa para evitar a evaporação. A proveta foi assentada sobre o apoio de vidro, suportado por espuma de poliuretano e colocada em local isento de vibrações (NBR 9831, 2006).

Depois de 2 h, o volume de água sobrenadante, desenvolvida na proveta, foi retirado com auxílio de uma seringa e pesado em uma balança, analítica de resolução de 0,1g.

O resultado foi utilizado para calcular o teor de água livre (% AL), em percentual, de acordo com a Equação 01,

no qual V_{AL} é o volume da água sobrenadante.

$$\%AL = \frac{V_{AL}}{250mL(pasta)} \times 100 \quad (1)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os aditivos utilizados para este trabalho foram o controlador de filtrado e o incorporador de ar.

Como o aditivo controlador de filtrado aumenta a viscosidade da pasta, o mesmo foi escolhido para ser adicionado primeiro, pois esse aumento da viscosidade favorece o aprisionamento das bolhas contribuindo para a estabilidade da espuma formada.

4.1 Teor de água livre

A pasta padrão apresentou 1 mL de água livre que corresponde a 0,4%. As pastas com incorporador de ar SR não formaram água livre em nenhuma das concentrações estudadas.

Como o teste de água livre se dá sob condições estáticas, a estabilidade da espuma é fundamental para inibir a migração de água para superfície e a viscosidade está ligada a este fato, dificultando a migração de água para superfície. Com maior influência na redução de água livre, a quantidade fração

sólida e respectivo aumento da área superficial promovem retenção de água por meio das interações de superfície (GALDINO, 2003).

Conforme a norma API, o valor limite estipulado é de 3,5 mL (1,4 %) de água livre. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que o teor de água livre é zero.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pasta com concentração 0,05 gpc de incorporador de ar foi a que mais contribuiu para a redução da densidade no processo de mistura. Assim, verifica-se que a adição de incorporadores de ar nas pastas de cimento provocou um aumento da viscosidade que também contribuiu com a redução da densidade pela retenção de bolhas na mistura.

Foi verificada uma distribuição das bolhas uniforme em torno de todas as seções do corpo de estabilidade, mesmo com a migração das bolhas de ar para a superfície.

A estabilidade da pasta, pode ser percebida pelo fato do teor de água livre, quando utilizado ter sido de apenas 0,4%, que é bem menor que o limite estipulado pela Norma API e caracteriza uma redução na perda de água ao longo do processo de cura.

6. REFERÊNCIAS



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

BOZICH, M. P., MONTMAN, R. C. and HARMS, W. M.: Application of foamed Portland cement to deep well conditions in West Texas, paper SPE 12612, 1984.

COSTA, J.C.C. Cimentação de poços de petróleo. Monografia em Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo, Universidade Federal Fluminense (UFF), Macaé, RJ. 2004.

GARCIA, M. I. Adição de biopolímero em pastas de cimento para utilização em poços de petróleo. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) – Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

LIMA, M. A. B. Formulação e caracterização de pastas espumadas por incorporação de ar e estabilizantes minerais. Dissertação de mestrado. PPGCEP, UFRN. Natal, 2011

TINSLEY, J. M., MILLER, E.C., SABINS, F. L., and SUTTON, D. L., Study of factors causing annular gas flow following primary cement placement, paper SPE 8257, 1980.



[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br