

5

Problemas Operacionais e suas causas

Com o aumento do número de poços cada vez mais complexos, a ocorrência de problemas operacionais tem aumentado e se tornou foco de diversos estudos. Os problemas operacionais podem ser gerados por diversas causas, muitas das vezes difíceis de serem identificadas antes de ocorrerem e, por isso, acabam gerando tempo perdido à operação.

A seguir são descritos os possíveis problemas operacionais e suas mais variadas causas, que serviram de base para o desenvolvimento deste trabalho:

- Influxo de fluidos indesejados (*Kick*);
- Perda de circulação;
- Prisão da coluna de perfuração;
- Dificuldade de manobra;
- Dificuldade de avanço da perfuração.

5.1

Influxos de Fluidos Indesejados (*Kicks*)

O *kick* é o influxo indesejado de fluidos presentes na formação (água, gás ou óleo) para dentro do poço devido à existência de uma pressão hidrostática no interior do mesmo insuficiente para conter a pressão da formação. Quando o mesmo ocorre de maneira descontrolada e atinge a superfície chama-se *blowout*.

As causas mais prováveis de um *kick*, segundo Oliveira et. Al (1988), são:

- Pistoneio

O mesmo pode ser hidráulico em que durante a retirada da coluna ocorre um fenômeno equivalente à ação do pistão-cilindro devido ao contato da mesma com a parede do poço e com isso o fluido tende a acompanhar a subida da coluna de perfuração causando perda de carga. O pistoneio pode ser também mecânico ocorrendo durante a manobra de retirada da coluna de perfuração

do poço, por algum motivo específico como, por exemplo, encerramento da broca ou do BHA;

- Perda de circulação

É a perda de fluido de perfuração do poço para a formação. No caso da ocorrência de perda de circulação total, o nível de fluido no anular sofre uma queda fazendo com que a pressão hidrostática em todos os pontos ao longo do poço também seja reduzida. Com isto, o poço pode ficar na iminência de sofrer um *kick*.

- Pressão da formação anormalmente alta

O problema nestas situações é o fato do peso do fluido de perfuração ser insuficiente para manter o equilíbrio hidrostático com a pressão da formação. Durante a perfuração, a não detecção, em tempo hábil, de zonas de pressões anormalmente altas e a utilização de peso de fluido não adequado pode resultar em um *kick* quando encontrada uma formação permeável;

- Cimentação deficiente

Uma estrutura auto-sustentável é formada durante a pega do cimento e faz com que a hidrostática da pasta de cimento seja a hidrostática da água de mistura. Com isso, há perda de hidrostática e existe a possibilidade de haver permeabilidade relativa ao gás e induzir ao *kick*;

- Falta de ataque ao poço

O não preenchimento do volume de vazio do poço (equivalente à quantidade de aço retirada) com fluido de perfuração durante a realização de manobras provoca um desequilíbrio no poço tornando a pressão interna menor que a pressão da formação e induzindo ao *kick*;

Kicks também podem provocar instabilidades no poço, tais como: desmoronamentos, alargamentos, fechamento do poço, contaminações do fluido de perfuração, entre outros.

5.2

Perda de Circulação

É a invasão de fluido de perfuração para a formação através de fraturas existentes ou provocadas em formações com alta permo-porosidade (devido à presença de formação inconsolidada, existência de falhas, fraturas naturais, cavernas, entre outros) ou em zonas depletadas. A perda de circulação pode ser total, em que não ocorre retorno de fluido para a superfície, ou parcial, em que ocorre retorno parcial do fluido para a superfície.

A perda de circulação total provoca instabilidade mecânica no poço devido à redução da pressão hidrostática com a queda do nível de fluido de perfuração no anular e, conseqüente, desmoronamento das camadas superiores ou inferiores a zona de perda, podendo inclusive, permitir a invasão indesejada dos fluidos da formação para dentro do poço (*kick*) pondo em risco a segurança do mesmo.

Abaixo seguem listadas as possíveis causas de perda de circulação:

- Causas Naturais
 - Formações naturalmente fraturadas;
 - Formações inconsolidadas;
 - Formações cavernosas ou com falhas;
- Causas Induzidas
 - Elevada velocidade de descida da coluna (*surge*);
 - Elevado peso de fluido de perfuração;
 - Má limpeza de poço.

5.3

Prisão da Coluna de Perfuração

A prisão da coluna de perfuração pode ocorrer devido a problemas operacionais (como a inabilidade dos sondadores de não saberem identificar os sintomas emitidos pelo poço), durante a parada da coluna de perfuração ou durante as manobras. Além disso, em situações de condições oceano-meteorológicas de severo *heave* (movimento vertical de subida e descida das

ondas) e durante a retirada da coluna de perfuração pode ocorrer prisão da coluna por acunhamento.

As anormalidades que podem acarretar a prisão de uma coluna de perfuração estão descritas posteriormente nos problemas operacionais de dificuldade de avanço e manobra.

5.4

Dificuldade de Manobra

A dificuldade de manobra engloba todas as anormalidades que ocorrem durante as operações de descida e retirada da coluna de perfuração para efetuar conexões ou troca de equipamentos. Suas principais causas são devido à:

- Litologia

- Batente

São variações no diâmetro interno do poço que ocorrem devido às intercalações de formações moles (folhelhos ou margas) e duras (arenitos consolidados, calcarenitos, carbonatos duros) de reduzida espessura. As formações moles, devido sua maior capacidade de erosão e perfuração, apresentam um maior diâmetro do poço. Estas irregularidades no diâmetro do poço dificultam ou até impedem a descida de equipamentos até a profundidade desejada (o que é conhecido por topadas) ou provocam acunhamento da coluna durante sua retirada, dificultando a manobra.

- Prisão por diferencial de pressão

É toda perda total de movimentos axiais da coluna de perfuração.

Ao se perfurar formações permeáveis, principalmente calcarenitos e arenitos, rebocos são formados nas paredes do poço devido à filtração do fluido para dentro da formação e, conseqüentemente, ocorre uma deposição de sólidos nas mesmas. Com isto, durante

a parada da coluna para manobras ou conexões, a diferença de pressão gerada exerce um efeito de sucção da coluna contra a parede do poço e, acarreta a prisão da mesma. Vale salientar que, geralmente, a circulação se mantém plena. Em poços direcionais, devido a maior parte da coluna de perfuração estar apoiada sobre as paredes do poço, a prisão por diferencial de pressão ocorre com mais facilidade.

- Fechamento do poço devido ao inchamento das argilas

É uma obstrução total ou parcial (estreitamento no diâmetro do poço) devido ao inchamento de formações argilosas (folhelhos e/ou margas) por hidratação em função da utilização de fluido de perfuração a base água pouco inibido.

- Fechamento do poço devido à fluência do sal

Muito comum sua ocorrência durante a perfuração de formações salinas quando utilizando peso de fluido insuficiente para manter as paredes do poço, evitando assim, a fluência natural das formações salinas.

- Fechamento do poço devido ao desgaste da broca em formações abrasivas

Ocorre durante a perfuração de rochas abrasivas (arenitos) em que a broca sofre desgaste e com isso o poço perde seu calibre e tende a reduzir gradualmente seu diâmetro.

- Fechamento do poço por espessamento do reboco

Ocorre durante a perfuração de formações permeáveis (arenito) em que os sólidos contidos no fluido de perfuração formam um reboco de tal maneira que

acaba reduzindo o diâmetro do poço. Esta resistência é facilmente ultrapassada apenas com o movimento da coluna e pode ser detectada através da análise do perfil de calíper do poço.

- Desmoronamento das formações

O desmoronamento das formações é a queda de partes ou blocos da rocha que formam as paredes do poço. Uma das maneiras de se detectá-lo é através da análise da quantidade de cascalhos retornando na superfície e seus formatos. O mesmo pode ser provocado por diversos fatores, tais como:

- Pressão hidrostática insuficiente no interior do poço para superar a pressão de colapso da rocha;
- Ação mecânica da coluna de perfuração sobre as paredes do poço;
- Excessiva vazão de bombeio que quando em escoamento de regime turbulento no anular provoca a erosão das paredes do poço e possível desmoronamento;
- Dissolução de formações salinas formando cavernas.

- Falhas operacionais

- Limpeza deficiente do poço (*packer* hidráulico ou *packoff* – obstrução do anular)

A limpeza deficiente do poço é caracterizada pela incapacidade do fluido de carrear os cascalhos até a superfície e pode ser influenciada pelos seguintes fatores: hidráulica deficiente (vazão insuficiente ou propriedades reológicas do fluido de perfuração inadequadas), alta taxa de penetração, desmoronamento das paredes do poço e alargamentos que são responsáveis por causar uma redução da velocidade anular de escoamento e, desta maneira, provocarem o acúmulo de cascalhos neste trecho.

Em poços direcionais de elevada inclinação o acúmulo de cascalho forma um leito no anular do poço, dificultando ainda mais a remoção da coluna de perfuração e podendo acarretar a prisão da mesma.

- *Dogleg* severo

Ganhos de ângulo maiores que 5°/30m são considerados *dogleg* severos. Nos trechos em que a formação não seja muito consistente, ou que o atrito seja elevado, são formados sulcos que causam dificuldade na passagem do BHA, principalmente os comandos de maiores diâmetros e estabilizadores. Neste caso, durante a retirada da coluna de perfuração, caso uma excessiva tração seja aplicada para transpor estes trechos, pode gerar acunhamento da coluna de perfuração ou até mesmo a prisão da mesma.

- Chavetas (*Key Seats*)

São cavidades abertas na formação devido ao constante atrito da coluna de perfuração com a parede do poço e são resultantes de operações de desvio do poço ou de seções de ganho e perda de ângulo (respectivamente, *build up section* e *drop off section*) de poços direcionais em que o mesmo sofre um desvio acentuado.

5.5

Dificuldade de Avanço da Perfuração

A dificuldade de avanço engloba todas as anormalidades que ocorrem durante a perfuração do poço e suas causas estão relacionadas à:

- Litologia

- Enceramento do BHA e da broca

Caracterizado pela aderência total ou parcial de material argiloso cobrindo componentes da coluna de

perfuração como, estabilizadores e os cortadores da broca. Este problema ocorre em função da baixa vazão de fluido e das propriedades das formações (frequente em folhelhos e margas que têm elevada argilosidade).

Além disso, a utilização de um fluido a base água também pode contribuir para o enceramento da broca, combinado com uma vazão deficiente e peso sobre a broca em excesso. Outro motivo que pode levar ao enceramento da broca é o acúmulo de material argiloso no fundo do poço em função do desmoronamento das paredes do poço.

Como solução deve-se utilizar fluidos de perfuração com propriedades reológicas adequadas (com inibição química adequada ou de baixa reologia e viscosidade) e vazão suficiente para limpar o poço. Além disso, deve-se repassar e reciprocicar a coluna para ajudar na remoção dos cascalhos que possam estar presos à broca. A utilização de fluido sintético normalmente evita o enceramento da broca.

- o Fechamento do poço;

São vários os tipos de fechamento do poço que podem ocorrer (devido ao inchamento das argilas, à fluência do sal, à abrasividade de formações e formação de rebocos). Os mesmos já foram explicitados anteriormente.

- o Formações abrasivas, que geram desgaste dos equipamentos da coluna de perfuração (já explicitado anteriormente);

- o Formações duras caracterizadas por uma baixa, ou quase nula, taxa de perfuração (já explicitado anteriormente).

- Falhas operacionais
 - Má limpeza do poço (já explicitado anteriormente);
 - *Dogleg* severo (já explicitado anteriormente);
 - Chavetas (já explicitado anteriormente).

- Vibrações

Através da observação das oscilações das medidas na superfície de torque e rotação da coluna de perfuração é possível se detectar os possíveis tipos de vibração. O peso sobre a broca também é um fator que influencia na detecção do tipo de vibração que esteja ocorrendo, ou seja, um elevado peso sobre a broca favorece o aparecimento do tipo de vibração torcional *stick slip* (broca para de girar por alguns instantes e a energia acumulada ao ser liberada acelera o BHA), já um baixo peso sobre a broca favorece a ocorrência do tipo de vibração *bit bounce* (vibrações axiais que induzem na broca um movimento intermitente entre o contato e a perda de contato com o fundo do poço) e *whirl* (vibração lateral).

A ocorrência de vibração nas colunas de perfuração também pode causar falhas à mesma, danos aos equipamentos do BHA (broca, estabilizadores, juntas, MWD, LWD, PWD, motor de fundo, RSS, entre outros), desvio da trajetória do poço e alargamento do mesmo.