

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

MANAGED PRESSURE DRILLING: EQUIPAMENTOS E VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA PARA A PERFURAÇÃO DE POÇOS EM UNDERBALANCE

AUTORES:

Ana Carolina Araujo Andrade¹, Yasmin Pires Rocha¹, Josan Carvalho de Figueiredo Filho¹

INSTITUIÇÃO:

¹ Graduação em Engenharia de Petróleo, Universidade Tiradentes

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo (s) autor (es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O (s) autor (es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

MANAGED PRESSURE DRILLING: EQUIPAMENTOS E VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA PARA A PERFURAÇÃO DE POÇOS EM UNDERBALANCE

Abstract

Underbalance drilling consists of a technique where the bottom well pressure is less than the reservoir pressure. This methodology is widely used in wells where pore pressure and fracture pressure are very close, as well as the possibility of a larger production of the well, since the drilling fluid will not cause damage to the reservoir. What will ensure drilling occurs under Underbalance is the drilling fluid used. As result of investments to generate new technologies to ensure well safety, the Managed Pressure Drilling (MPD) method has made great progress. In this method, the pressure in the annular well is kept constant and, to ensure that the desired pressure is maintained, are pumps, usually triples, which will be switched on and off throughout the entire operation. MPD is a relatively new technique and requires studies because of the complexity to ensure the safety of Wells drilled under Underbalance. This work has the proposal to approach the system, together with the equipment used in this technique, showing the advantages of drilling with the constant bottom of the well.

Introdução

A *Underbalance Drilling* (UBD) tem sido bastante utilizada em formações naturalmente fraturadas. Esta técnica consiste na perfuração de poços com a pressão do poço, menor que a pressão de poros, o que resultará em influxos constantes provenientes da formação, que devem ser circulados a partir do poço e controlados na superfície (JACOBS, 2015; RAZA *et al.*, 2015).

O fluido utilizado durante a perfuração é o que vai garantir que a operação seja realizada em UBD, devido a necessidade de fluidos mais leves visando a redução da pressão hidrostática do poço. O fluido de perfuração é uma mistura complexa que envolve sólidos, líquidos, aditivos e em alguns casos, gás. Para as operações em UBD, os fluidos comumente utilizados são óleo mineral, espuma de nitrogênio e, às vezes, ar comprimido (THOMAS, 2004; JACOB, 2015).

A perfuração em UBD apresenta diversas vantagens como a maximização da produção, redução da necessidade de estimulação, facilidade na caracterização do reservatório e aumento da taxa de perfuração devido à baixa densidade do fluido utilizado. Por sua vez, existem fatores limitantes, uma vez que se trata de uma operação complexa, que exigem equipamentos mais caros, além de que não é aplicável para todos os tipos de formações, como é o caso de formações altamente pressurizadas e de alta permeabilidade, pois, podem vir a existir problemas devido ao controle de fluxo, comprometendo assim a segurança da operação (JACOB, 2015; RAZA *et al.*, 2015; NEIRI, *et al.*, 2016; SHBAIR *et al.*, 2016).

Vantagens semelhantes as proporcionadas pela UBD, são obtidas com uma tecnologia relativamente nova, chamada de *Managed Pressure Drilling* (MPD) (NAUDURI *et al.*, 2010). Segundo GARCIA *et al.*, (2016), MPD consiste na descrição de métodos que visam o gerenciamento das pressões durante a perfuração de um poço, incluindo conceitos que descrevem procedimentos e equipamentos desenvolvidos para limitar *kicks*, aprisionamento de coluna por diferencial de pressão e eventual perda de circulação, buscando reduzir a quantidade de colunas de revestimentos necessárias para se atingir a profundidade total prevista no projeto.

Segundo TEIXEIRA (2012), o MPD é uma tecnologia com bastante potencial para o futuro da atividade petrolífera, uma vez que possibilita a exploração de poço “hidrostaticamente desafiantes”, devido a possibilidade de gerenciar o peso da lama. Por sua vez, é importante ressaltar, que o MPD não é utilizado em toda a extensão do poço, e sim em zonas que necessitem de certo cuidado.

Este trabalho tem o objetivo de abordar as vantagens e os equipamentos utilizados para operações em MPD.

Metodologia

O trabalho é composto de uma revisão bibliográfica a fim de atender aos objetivos propostos, sendo realizadas leituras e fichamentos em diversas publicações, trabalhos, artigos e livros, sendo esses impressos e eletrônicos.

Resultados e Discussão

3.1 Vantagens

Segundo LOURENÇO JÚNIOR (2012), as vantagens do uso do MPD em UBD são: aumento da vazão de produção e do fator de recuperação, menor custo de estimulação, aumento da taxa de penetração, identificação imediata de hidrocarbonetos, redução de perdas de circulação, aumento da vida útil da broca e redução no torque, *drag* e prisão da coluna por diferencial de pressão.

3.2 Equipamentos

3.2.1 Managed Pressure Drilling (MPD)

FRINK (2006) define MPD como um processo de perfuração adaptável utilizado para determinar a pressão do fundo do poço, buscando gerir adequadamente a pressão hidrostática no anular.

Segundo o estudo realizado por GARCIA *et al.*, (2016), para manter a pressão no fundo constante, são utilizadas bombas de lama, que são ligadas ou desligadas. Em operações que possibilitem a perfuração com as bombas desligadas, é possível observar uma maior estabilidade do poço, aumentando assim os potenciais produtivos, além de manter o controle e segurança do poço.

A utilização do MPD, traz consigo vantagens, tais como a melhoria na taxa de penetração, redução do dano e as perdas de fluidos, uma vez que são utilizados fluidos de baixa densidade; reduz o influxo e a quantidade de revestimentos utilizados, uma vez que a pressão no fundo do poço se mantém constante; perfura em poços com margens de pressão estreitas, já que o MPD possibilita o trabalho entre a pressão de poros e fratura, entre outras (HALLIBURTON, 2017).

3.2.2 Equipamentos

Para a utilização do MPD, é necessário a implementação de sistemas complexos e onerosos, uma vez que se faz imprescindível manter a pressão sobre o poço. Para isso, são utilizados *softwares* de modelagem hidráulica, sistemas automatizados de circulação contínua de superfície, muitas vezes trabalhando em conjunto uns com os outros (MEDLEY *et al.*, 2008).

Uma vez determinado que a perfuração seria em MPD, se faz necessário concluir a aquisição dos equipamentos específicos e desenvolver procedimentos que utilizem essa técnica de forma segura, a fim de atingir seu pleno potencial (HOLLMAN *et al.*, 2015).

3.2.3 Dispositivos de Controle Rotativo (RCD)

A finalidade deste equipamento é vedar a coluna de perfuração, criando uma barreira à pressão no anular, mantendo a pressão no fundo do poço, proporcionando uma defesa adicional, a fim de proteger a equipe operante, uma vez que esse equipamento se destina a conter hidrocarbonetos ou outros fluidos vindos do poço, impedindo uma liberação para o meio ambiente (SCHLUMBERGER, 2017; WEATHERFORD, 2017).

As ferramentas de RCD fornecidas pela HALLIBURTON (2017) possuem elementos de *strippers* que apresentam maior mobilidade para ser instalados, uma vez que podem ser alterados independentemente da montagem do mancal. Essa flexibilidade na montagem reduz o tempo de montagem, além de reduzir a necessidade de ter o equipamento em estoque. A disponibilidade da cabeça rotativa pode ser de 7-1/16 polegadas, admitindo uma pressão máxima de 3.000 psi, também pode ser adquirido uma com diâmetro de 30 polegadas, suportando uma pressão de 2.000 psi. Os tamanhos para a conexão da solda podem ser de 16, 20, 24 e 40 polegadas.

A empresa STRATA *Energy Services*, tem fabricado RCD sem soldagens, visando uma maior segurança do equipamento, e pode lidar com pressões de até 5000 psi, com diâmetros de ½ polegadas.

3.2.4 Manifolds de Controle

Com base nas informações fornecidas pela MAGNUM TECHNOLOGY CENTER (MTC), seus *manifolds* foram projetos e fabricados para manter automaticamente a contrapressão de superfície do anular, durante a operação de MPD, onde o *set point* estará dentro de uma janela operacional predeterminada, além de possuir um sistema que torna capaz o acesso do operador as configurações necessárias para exibir parâmetros de entrada e saída do sistema de controle.

A SCHLUMBERGER também fabrica *manifolds*, com capacidade para suportar pressões de até 5.000 psi e, com competência para gerenciar de forma segura as emissões de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e evitar a liberação de líquidos tóxicos.

3.2.5 Simulador de Controle de Pressão Hidráulica do Poço

A HALLIBURTON utiliza o GB Setpoint TM, DetectEV TM e ActEV TM para possibilitar o controle de *kicks*. Esses *softwares* coletam dados em tempo real e fornece um modelo de pressão de poço necessária. Para determinar o modelo do poço, estes *softwares* levam em consideração as características do fluido (densidade, reologia, compressibilidades), a temperatura, vazão em que o fluido está sendo injetado, rotação da tubulação, pressão do poço, profundidade, entre outros parâmetros.

Já a SCHLUMBERGER utiliza o *software* chamado de *Virtual Hydraulics* para simulação de fluidos de perfuração. Esse sistema apresenta uma resposta totalmente automatizada quando ocorrem mudanças de pressões e taxas de fluxo, sendo capaz de controlar automaticamente as pressões, a fim de garantir a estabilidade e controlar o poço.

3.2.6 Unidade de Injeção de N₂

Em busca de reduzir a pressão hidrostática da coluna de fluido presente no poço, a injeção de N₂ é uma técnica comumente utilizada, mas se faz necessário que essa injeção seja feita de maneira cuidadosa, uma vez que segundo SABOOR *et al.*, (2017), a utilização do gás nitrogênio para redução do peso do fluido, causa um aumento da corrosão.

A SCHLUMBERGER oferece uma unidade móvel para geração de nitrogênio (N₂), chamada de MNGUs. Esta unidade pode ser montada com o auxílio de um único reboque, com interconexões completas e calibração, além de possuir um medidor para a entrada e saída do gás. A empresa diz que a utilização do MNGUs, proporciona mobilidade contínua e produz nitrogênio com alta pureza.

Além da MNGUs, a SCHLUMBERGER tem a unidade chamada de SNGUs, que inclui motores a diesel ou elétrico, um sistema de geração de nitrogênio de membrana, três compressores e um reforço. Esta unidade também pode ser utilizada para aplicações *offshore*.

3.2.7 Separadores

Comumente utilizados para perfurações, cujas formações são susceptíveis a grandes volumes de gás, uma vez que esse sistema serve para separar e ventilar de forma segura grandes volumes de gás livre no sistema de lama (SCHLUMBERGER, 2017).

Para HOLLMAN *et al.*, (2015), a escolha dos separadores deve levar em consideração o fluxo máximo de gás e líquido, com base na taxa de circulação do separados e, do tamanho das partículas de gás. Esta análise deve ser feita, a fim de assegurar que separador não ficará sobrecarregado.

Conclusões

O MPD é uma operação mais complexa que a perfuração convencional, mas trouxe consigo a possibilidade de explorar reservatórios que as técnicas convencionais não são aplicáveis, como é o caso de reservatórios cuja janela operacional é estreita (pressão de poros e pressão de fratura muito próximas).

Esta técnica requer equipamentos como os dispositivos de controle rotativo, *manifolds* de controle, simuladores para o controle de pressão hidráulica, unidades para injeção de N₂ e separadores de gás que são indispensáveis para que a operação de MPD seja realizada de forma segura, evitando acidentes com a equipe operante e danos ao reservatório.

Além da possibilidade de expandir a exploração de poços que convencionalmente não poderiam ser explorados, ou então acarretariam em custos demasiadamente elevados, o MPD possibilita uma maior produção de óleo, uma vez que não causa danos ao reservatório, além de possibilitar a perfuração de poços mais estáveis.

Referências Bibliográficas

FRINK, P.; **Managed pressure drilling – what's in a name?** Drilling Contractor, 2006.

- GARCIA, A. A. S.; REGAZZI, J. P. G.; **Técnica de perfuração com pressão constante de fundo de poço (Constant Bottom-Hole Pressure – CBHP)**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2016.
- HALLIBURTON. **MPD**. Disponível em: http://www.halliburton.com/en-US/ps/testing-subsea/optimized-pressure-drilling/managed-pressure-drilling/default.page?node-id=hfvq7iqy&nav=en-US_sperry_public. Acesso em 27 de maio de 2017, às 14h44.
- HALLIBURTON. **RCD**. Disponível em: http://www.halliburton.com/en-US/ps/testing-subsea/optimized-pressure-drilling/rotating-control-devices/default.page?node-id=hfvq7iru&nav=en-US_sperry_public. Acesso em 27 de maio, às 17h17.
- HOLLMAN, L.; HAQ, I.; CHRISTENSON, C.; SILDA, T. P.; FAYED, M.I. B.; THORN, N.; GELDOLF, W.; **Developing a MPD Operation Matrix – Case History**. SPE/IADC-173094-MS, 2015.
- JACOBS, T., *JPT* Senior Technology Writer. **Going Underbalanced in Unconventional Reservoirs**, 2015.
- LOURENÇO JÚNIOR, V.H.; **Técnico de Perfuração e Poços – Técnicas de Perfuração**. 2012. Programa Alta Competência – Petrobras.
- MAGNUM TECHNOLOGY CENTER. **Managed Pressure Drilling Manifold**. Disponível em: <http://www.mtcltd-blog.com/tag/managed-pressure-drilling-5000-psi-wp-choke-manifold/>. Acesso em 27 de maio, às 18h23.
- MEDLEY, G.; MOORE, D.; NAUDURI, S.; **Simplifying MPD: Lessons Learned**. SPE/IADC 113689, 2008.
- MELO, K. C.; **Avaliação e modelagem reológica de fluidos de perfuração base água**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Rio Grande do Norte, 2008.
- NEIRI, M. H. EL; EL MANSOURA PETROLEUM COMPANY; DAHAB, A. S. A.; ABDULAZIZ, A. M.; **The dynamic underbalanced drilling: A new drilling technique**. SPE/IADC-178153-MS, 2016.
- RAZA, S. H.; WEATHERFORD; SHAN; LASHARI, Z.; **Application of Underbalanced Drilling in Conventional Reservoir and its Prospects**. SPE-181126-MS, 2015.
- SABOOR, A.; Ul haq, M. M.; MATIN, Y.; TAKLA, E.; **Understanding Corrosion in Underbalanced Drilling Operations Key to Success**. SPE – 184020-MS, 2017.
- SCHLUMBERGER. **Choke Manifolds**. Disponível em: http://www.slb.com/~media/Files/miswaco/brochures/choke_manifolds_brochure.pdf. Acesso em 27 de maio, às 18h42.
- SCHLUMBERGER. **Control MPD Systems**. Disponível em: http://www.slb.com/services/drilling/drilling_services_systems/mpd-services-and-equipment/mpd-equipment/mpd-control-systems.aspx. Acesso em 27 de maio de 2017, às 15h27.
- SCHLUMBERGER. **Nitrogen Generation Units**. Disponível em: http://www.slb.com/services/drilling/drilling_services_systems/mpd-services-and-equipment/mpd-equipment/nitrogen-generation-units.aspx. Acesso em 27 de maio, às 18h02.

SCHLUMBERGER. **RCD.** Disponível em:
http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/r/rotating_control_device.aspx. Acesso em 27 maio, às 16h04.

SCHLUMBERGER. **Separators.** Disponível em:
http://www.slb.com/services/drilling/drilling_services_systems/mpd-services-and-equipment/mpd-equipment/separators.aspx. Acesso em 27 de maio, às 18h51.

SHBAIR, A.; ORTIZ, J.; AGAR, E.; NASRIQ, N.; NOORDIN, F.; GERGES, N.; ZURAIQI, M. A.; ALAKBERI, W.; AZIZ, K. A.; MARTINEZ, R.; PESALJI, R.; ADCO; SALEH MUJAHED, WEATHERFORD; INAM HAQ, BLADE ENERGY. **Implementation of Under-Balanced Drilling. A New Approach for Reservoir Characterization to Improve the Development Strategy of a Tight Carbonate Reservoir.** SPE-183361-MS, 2016.

STRATA Energy Services. **RCD.** Disponível em:
<http://www.strataenergy.net/include/get.php?nodeid=124>. Acesso em 27 de maio, às 17h34.

TEIXEIRA, M. L. M. R.; **Estudo de caso sobre a escolha e utilização de variações e métodos de gerenciamento de pressão durante a perfuração (MPD).** Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Petróleo da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário à obtenção do título de Engenheiro, 2012.

THOMAS, J. E.; **Fundamentos de engenharia de petróleo.** 2ª ed. Interciência. Rio de Janeiro, PETROBRAS, Brasil, 2004.

WEATHERFORD. **RCD.** Disponível em: <http://www.weatherford.com/en/products-services/drilling-formation-evaluation/secure-drilling-services/managed-pressure-drilling/rotating-control-devices>. Acesso em 27 de maio, às 16h06.