

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

APLICAÇÃO DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO EM RESERVATÓRIOS DE BAIXA PERMEABILIDADE

AUTORES:

Brenda Maria Bezerra da Silva¹, Maria Gabrielle Rocha da Silva², Alexandre Henrique Soares de Oliveira³

INSTITUIÇÃO:

¹Universidade Federal de Campina Grande (UFCG),

²Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) ,

³Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

APLICAÇÃO DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO EM POÇOS DE BAIXA PERMEABILIDADE

Resumo

O petróleo é a fonte energética com maior demanda no mundo, portanto, a cada dia que passa se torna mais clara a necessidade de se ampliar conhecimentos e o aperfeiçoamento das técnicas relacionadas à produção de hidrocarbonetos. Porém, dos poços de petróleo explorados, apenas um pequeno percentual se mostra economicamente viável, o que demonstra a necessidade de novos métodos de recuperação envolvidos no processo de produção. Alguns fatores, como altas viscosidades, interconexão de poros e pressões específicas complexificam a sua exploração. Diante desse contexto, existe a necessidade da utilização de técnicas que facilitem a extração dos derivados, como é o caso do fraturamento hidráulico. Foi desenvolvido no presente trabalho, uma revisão dos principais conceitos da temática, abordando seus principais aspectos e aplicações dentro da indústria. Com este, pode-se visualizar a ampla gama de abordagens que o Fraturamento Hidráulico pode ter no setor de O&G no país. O Fraturamento hidráulico, de modo geral, é uma técnica de estimulação de poços, atualmente sendo amplamente utilizada na indústria petrolífera, principalmente em regiões como América do Norte, com o objetivo de aumentar a permeabilidade da rocha-reservatório numa região próxima ao poço através da injeção de uma mistura de água, propante e diversos produtos químicos, submetidos a uma pressão alta o suficiente para ocasionar a ruptura da rocha por tração, gerando fraturas e fissuras no substrato rochoso. O diferencial de pressão ocasionado pela injeção do fluido resulta em uma fratura que se propaga pela rocha, facilitando o fluxo do fluido nela presente, permitindo sua saída para a superfície e desse modo a produção de hidrocarbonetos armazenados em seus poros. A técnica é utilizada em reservatórios convencionais e não convencionais de hidrocarbonetos; nos reservatórios não convencionais, ela é utilizada para possibilitar a extração do gás dessas reservas em virtude da sua baixa permeabilidade. O estudo da técnica é importante para se obter um maior controle durante a execução e impedir possíveis imprevistos e acidentes. Desta forma, o presente trabalho demonstrou uma análise geral da aplicação e caracterização do fraturamento hidráulico no desenvolvimento na etapa de produção de reservatórios de baixa permeabilidade.

Palavras-chave: petróleo, fraturamento hidráulico, baixa permeabilidade.

Abstract

Oil is the energy source with the greatest demand in the world, therefore, with each passing day, the need to expand knowledge and improve techniques related to the production of hydrocarbons becomes clearer. However, of the exploited oil wells, only a small percentage proves to be economically viable, which demonstrates the need for new recovery methods involved in the production process. Some factors, such as high viscosities, interconnection of pores and specific pressures make its exploitation more complex. In this context, there is a need to use techniques that facilitate the extraction of derivatives, such as hydraulic fracturing. It was developed in the present work, a review of the main concepts of the theme, approaching its main aspects and applications within the industry. With this, one can visualize the wide range of approaches that Hydraulic Fracturing can have in the O&G sector

in the country. Hydraulic fracturing, in general, is a well stimulation technique, currently being widely used in the oil industry, mainly in regions such as North America, with the objective of increasing the permeability of the reservoir rock in a region close to the well through the injection of a mixture of water, proppant and various chemical products, subjected to a pressure high enough to cause the rock to rupture by traction, generating fractures and fissures in the rocky substrate. The pressure differential caused by the fluid injection results in a fracture that propagates through the rock, facilitating the flow of the fluid present in it, allowing its exit to the surface and thus the production of hydrocarbons stored in its pores. The technique is used in conventional and unconventional hydrocarbon reservoirs; in unconventional reservoirs, it is used to enable the extraction of gas from these reserves due to its low permeability. The study of the technique is important to obtain greater control during the execution and to prevent possible unforeseen events and accidents. In this way, the present work demonstrated a general analysis of the application and characterization of hydraulic fracturing in the development in the production stage of low permeability reservoirs.

Keywords: petroleum, hydraulic fracturing, low permeability.

Introdução

De acordo com UNCONVENTIONAL RESOURCES (2014) os reservatórios não convencionais são de difícil exploração devido a possuírem baixa permeabilidade e porosidade. Assim, é necessária a utilização de técnicas de recuperação avançadas, como a estimulação por meio do fraturamento hidráulico, por exemplo, onde um fluido fraturante é injetado na formação sob uma pressão suficientemente alta para causar a ruptura da rocha por tração.

MONTGOMERY (2010), explica que fraturamento hidráulico, também conhecido como fracking, é o processo de estimulação de bombear um fluido ou um gás dentro de um poço a uma profundidade considerada adequada para a produção de gás natural. Dessa forma, uma pressão será criada fazendo com que a rocha em torno frature, e, em seguida, um fluido carregando um propante suspenso fluirá nas rachaduras da rocha. A fratura, que é iniciada na parede do poço, é propagada pelo bombeio do fluido de fraturamento a uma vazão superior à vazão de filtração do fluido pela formação. Este fluido inicial é chamado de colchão e possibilita, além da penetração da fratura, a criação de uma abertura suficiente para o posterior bombeio de uma pasta com agente de sustentação. O agente de sustentação é geralmente areia ou um substituto semelhante de mais alta resistência mecânica, como a bauxita, e sua função é sustentar a fratura aberta, isto é, depois de cessado o bombeio. O alívio de pressão de bombeamento irá dispersar a água deixando uma fina camada de areia para manter as rachaduras abertas. Esta camada fará com que o gás natural ou óleo seja conduzido a escapar das formações apertadas ou formações de xisto, para que assim, ele possa ser recuperado.

O objetivo do fraturamento hidráulico é melhorar a produção de hidrocarbonetos criando fraturas que alterem o fluxo dos fluidos de radial para linear. Para otimizar a produtividade, as fraturas criadas devem apresentar alta condutividade e baixo potencial de dano à formação devido ao filtrado (GUPTA et al., 2000).

Metodologia

A metodologia do presente trabalho tem como base pesquisas em livros, artigos e TCCs (Trabalho de Conclusão de Curso) sobre o presente tema. O trabalho exposto é do tipo revisão bibliográfica e tem como objetivo uma análise completa sobre a aplicação do fraturamento hidráulico em reservatórios de baixa permeabilidade.

Reservatórios convencionais e não convencionais

A principal diferença entre um reservatório convencional e um reservatório não convencional seria pela porosidade e pela permeabilidade do reservatório. A porosidade indica a quantidade de vazios que têm a rocha em que está o petróleo e, por consequência, o volume de petróleo por metro cúbico de rocha. Já a permeabilidade indica a facilidade com que o petróleo escoar por dentro da rocha. Desse modo, reservatórios convencionais possuem alta porosidade e permeabilidade (entre 1mD até 1000mD), enquanto reservatórios não convencionais possuem baixa porosidade e permeabilidade (menores que 1 mD).

Durante muito tempo o foco principal das indústrias petrolíferas foi encontrar reservatórios de petróleo em formações de arenito convencionais de fácil exploração. No entanto, com o desenvolvimento de novas tecnologias as empresas estão conseguindo explorar cada vez mais reservas de difícil acesso: formações de xisto não convencional, localizadas a maiores profundidades, e em pontos que exijam a utilização de perfuração direcional e métodos de recuperação secundários. Dessa forma, a busca por reservatórios não convencionais, com a finalidade de atender a demanda energética mundial, tem aumentado.

De acordo com a UNCONVENTIONAL RESOURCES (2014), existem diversos tipos de reservatórios não convencionais. Entre eles, pode-se citar os reservatórios de óleo não convencional e os reservatórios de gás não convencional. Os reservatórios de óleo não convencional são divididos basicamente em óleo apertado (tight oil) e óleo de xisto (shale oil). A principal diferença entre eles é que acumulações de óleo apertado são gerados em uma rocha geradora e migram para a formação óleo apertado, já as acumulações de óleo de xisto são geradas e armazenadas na formação de xisto, ou seja, a rocha geradora e a rocha reservatório é a mesma. Os reservatórios de gás não convencional subdividem-se em: reservatórios de gás apertado (tight gas), reservatórios de gás de xisto (shale gas), reservatórios de gás de carvão (coalbed methane) e hidratos de metano (methane hydrates).

Fraturamento Hidráulico

O princípio básico das operações de fraturamento hidráulico baseia-se no bombeamento de fluido altamente pressurizado contra as paredes do reservatório, visando sua ruptura. O rompimento da rocha requer que a pressão do fluido bombeado seja maior que a chamada pressão de fraturamento. Uma vez aberta, a fratura propaga-se de acordo com a pressão de bombeamento do fluido para dentro da rocha, sendo ela maior que a pressão de fechamento da rocha, até que a fratura atinja as proporções desejadas (NETO, 2017).

Ao fim da aplicação do diferencial de pressão para a ruptura, é necessária a injeção de um agente de sustentação que mantenha a fratura aberta. O referido agente é chamado de propante e seu objetivo consiste em criar um caminho de maior condutividade entre o reservatório e o poço. Durante o processo de fraturamento, o fluido é succionado do tanque para os misturadores, onde mistura-se os aditivos que conferem as propriedades adequadas à operação. Posteriormente, as bombas de alta pressão e vazão realizam, através da coluna de produção ou do revestimento, a injeção do fluido para o poço (NETO, 2017). As operações de fraturamento hidráulico podem ser divididas em quatro estágios principais: estágio ácido, estágio de pré-colchão, estágio de colchão e estágio de propante (MEINERS et al., 2013).

No primeiro estágio, é feita a limpeza da zona dos canhoneados através da injeção de ácido diluído, visando eliminar-se os vestígios da cimentação e os carbonatos presentes nas formações próximas à área. O segundo estágio, por sua vez, consiste na injeção do fluido de fraturamento sem a presença do propante, com o objetivo de iniciar a propagação da fratura. No terceiro estágio, injeta-se um fluido de maior viscosidade em relação ao da etapa anterior, visando abrir a fratura de maneira controlada até o ponto previsto no projeto. Já o estágio de propante é caracterizado pelo aumento gradual da concentração do agente de sustentação (propante), visando o preenchimento da fratura (MEINERS et al., 2013).

Fluidos

Conforme SPELLMAN (2013), a determinação do fluido de fraturamento hidráulico depende das propriedades do reservatório. Os fluidos mais comuns são a base de água em razão do baixo custo e a oferta numerosa. Porém, devido alguns tipos de rochas reservatórios conter argilas sensíveis a água, outros tipos de fluidos de fraturamento podem ser utilizados, como gases (nitrogênio, dióxido de carbono, propano). Fluidos a base de óleo também são utilizados em formações de hidrocarbonetos suscetíveis a dano por água, entretanto, eles são caros e difíceis de serem manuseados. Existem também os fluidos à base de ácidos os quais são aplicáveis a formações carbonáticas (calcário e dolomito). O número de aditivos utilizados para um tratamento hidráulico depende das condições do poço a ser fraturado. Para um tratamento de fratura típico, entre 3 a 12 aditivos químicos com baixas concentrações são empregados dependendo das características da água e da formação de xisto submetida ao processo.

Tabela 1: Composição dos fluidos de fraturamento (fonte: CASTRO, 2015)

Produto	Objetivo	Resultado no poço
Água e areia ~ 98%		
Água	Expande a fratura e é responsável pelo carreamento do agente propante	Uma menor parcela da água permanece na formação enquanto o restante é produzido junto com os fluidos da formação
Propante (areia)	Possibilita que as fraturas permaneçam abertas e oferecem um caminho de alta permeabilidade para o fluxo de hidrocarboneto da formação	Permanece no interior das fraturas introduzidas na formação
Aditivos ~2%		
Ácidos	Ajuda na dissolução de minerais e na indução de fraturas na rocha reservatório	Reage com minerais presentes na formação produzindo sal, água e dióxido de carbono neutralizado.
Agente antibactericida	Elimina bactérias presentes na água, impedindo assim que estas produzam subprodutos corrosivos	Reage com microorganismos que possam estar presentes no fluido de tratamento ou na formação
Quebrador	Possibilita o retardamento da quebra do gel de fraturamento	Na formação, reage com o crosslinker e gel possibilitando que o fluido de tratamento flua de volta ao poço e superfície. Esta reação produz amônia e sais sulfurosos, que retornam à superfície junto à água.

Estabilizador de argila	Previne o inchamento da argila presente na formação	Reage com a argila presente na formação através da troca iônica sódio-potássio. Esta reação resulta na formação do cloreto de sódio, que retorna à superfície junto à água produzida.
Inibidor de corrosão	Previne a corrosão de equipamentos metálicos presente no poço	Liga-se a superfícies metálicas, como tubos ou ferramentas de fundo de poço. Qualquer produto restante é quebrado e consumido por microorganismos ou retornam à superfície junto à água produzida
Crosslinker	Mantém a viscosidade do fluido de tratamento mesmo com o aumento da temperatura	Combinado ao quebrador na formação forma sais que retornam à superfície junto à água
Redutor de fricção	Lubrifica a água de forma a minimizar a perda de carga	Permanece na formação onde na presença de elevadas temperaturas e através da exposição ao quebrador pode ser consumido por microorganismos
Agente gelificante	Torna a água mais viscosa de forma a possibilitar o carregamento do cascalho	Mantém a viscosidade do fluido de tratamento até que o quebrador se torne ativo
Controlador de ferro	Previne contra a precipitação de metais nos tubos	Reage com minerais da formação criando sais, dióxido de carbono e água
Agente de ajuste de pH	Mantém a efetividade de outros componentes como crosslinkers	Reage com agentes ácidos no fluido de tratamento de forma a manter o pH neutro. Esta reação resulta em sais, água e dióxido de carbono.
Inibidor de incrustação	Previne contra a deposição de incrustações em equipamentos de fundo de poço e superfície	Liga-se aos equipamentos de fundo de poço não permitindo o depósito de incrustações
Surfactante	Usado para elevar a viscosidade do fluido de	Mantém a viscosidade do fluido de tratamento elevada

	fraturamento	até que o quebrador se torne ativo
--	--------------	------------------------------------

Resultados e Discussão

Segundo MANYIKA et al. (2013) hoje, as principais tecnologias utilizadas para acessar reservas de petróleo e gás não convencionais são a fraturação hidráulica e a perfuração horizontal. Quando usadas em conjunto, essas tecnologias são capazes de superar muitos dos desafios da extração de gás de xisto e LTO.

Muitos dos poços de óleo e gás, não produzem como o esperado de forma natural e a produção é aumentada através do fraturamento hidráulico. O fluxo radial do reservatório para esses tipos de poços não é um regime eficaz. Assim que o fluido vai se aproximando do poço, ele tem de passar sucessivamente através de menores espaços, causando uma compressão, consequentemente reduzindo o fluxo e diminuindo a eficiência na produção. A inserção de um fraturamento hidráulico de maneira apropriada, muda o fluxo radial para quase que totalmente linear, elevando o nível de produtividade (ALI, 2010).

A técnica de fraturamento hidráulico não é capaz de modificar a capacidade de fluxo através da rocha reservatório, mas sim de aumentar o índice de produtividade e injetividade através da alteração do modelo de fluxo do reservatório para o poço, fazendo com que o fluido atravessa caminhos de menor resistência. Ademais, a técnica permite atingir áreas do reservatório com melhores características permoporosas ou isoladas hidraulicamente, ou com pequena espessura produtora. O fraturamento pode proporcionar, também, a conexão entre fissuras naturais do reservatório e a possibilidade de atravessar zonas danificadas, com permeabilidade reduzida, exercendo grande influência no fator de recuperação (THOMAS, 2004).

Conclusões

Pode-se concluir no estudo do presente trabalho de revisão bibliográfica a importância e eficácia da aplicação da técnica de fraturamento hidráulico no desenvolvimento na etapa de produção de reservatórios não convencionais, levando em consideração que apesar de não modificar a capacidade de fluxo através da rocha reservatório, é um método promissor no aumento da produtividade ou injetividade dos poços de difíceis explorações.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE NETO, M. A. C. C. de. **Influência do Propante de Fraturamento Hidráulico na Produção de Reservatório Tight Gas**. 2017. TCC - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 2017.

ALI D. **Hydraulic Fracturing To Improve Production**. Tech 101, Volume 6. EUA, 2010.

CASTRO, R. A. **Estudo da aplicação do fraturamento hidráulico em reservatórios de baixa permeabilidade com características da bacia do Parnaíba.** 2015. TCC - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Brasil, 2015.

GUPTA, H.K. et. al. **Pore pressure studies initiated in area of reservoir-induced earthquakes in India.** Eos, Transactions American Geophysical Union 81: doi: 10.1029/00EO00096. issn: 0096-3941. 2000

MANYIKA, James; et al. **Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.** 2013. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>>. Acesso em 03 de jun. de 2017

MEINERS et al. **Environmental Impacts of Fracking Related to Exploration and Exploitation of Unconventional Natural Gas Deposits.** Umwelt Bundesamt, 2013, p A67-A81.

MONTGOMERY, C. T. & SMITH, M. B. **Hydraulic fracturing: History of an Enduring Technology.** In: *Journal of Petroleum Technology*, 2010; p.26-32

SPELLMAN, F. R. **Environmental Impacts of Hydraulic Fracturing.** CRC Press. (2013).

THOMAS, J. E. (Org.). **Fundamentos da Engenharia de Petróleo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

UNCONVENTIONAL Resources: **What are unconventional resources?.** What are unconventional resources?. Disponível em: <<http://www.cgg.com/default.aspx?cid=3501>>. Acesso em: 18 mar. 2014.