

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:



TÍTULO DO TRABALHO:

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA ANÁLISE DE CARREGAMENTOS EM COLUNAS DE PERFURAÇÃO BASEADO EM INTERFACE WEB

AUTORES:

Teófanés Vitor Silva

André Felipe Reis de Araújo Vitorino

Jeremias Christian Honorato Costa

Joao Paulo Lima Santos

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 9º 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.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA ANÁLISE DE CARREGAMENTOS EM COLUNAS
DE PERFURAÇÃO BASEADO EM INTERFACE WEB

Abstract

The drillpipes are among the most important perforation equipments because of its utility into the perforation process as provide torque and weight on bit, injection of perforation fluid and assure the right well path. The drillpipes design criteria consists of pipe resistense evaluation in relation to mechanical loads during operation. It must be designed in accordance with the criteria for the entire dilling operation as: static loads, torque and drag, buckling and fatigue. The static loads action on the drill strings are tension, compression, torsion, colapse and burst pressure. A drill string subjected to increasing compression loads tends to buckling so drill collars are used above the bit to avoid it. Cyclic stresses, usual rotation problems, over a period of time on drill strings may cause fatigue damage. So it's required to quantify all these perforation loads to evaluate the better drill string to be used.

Introdução

A utilização de ferramentas computacionais no ambiente ensino-aprendizado é extremamente importante para o enriquecimento técnico dos alunos em curso. Contudo, observam-se limitações de disponibilidade nas universidades de *softwares* comerciais. Sendo assim, faz-se necessária a estimulação, em âmbito acadêmico, por parte dos professores e alunos, da criação de aplicações com potenciais técnico-científicos. O desenvolvimento de ferramentas de apoio a atividades de ensino, de forma integrada em um sistema web, torna fácil o acesso ao sistema, estimulando o uso e desenvolvimento de novas aplicações. Será para o aluno de grande valia, pois vai permiti-lo um contato com modelos de projetos de poços similares aos trabalhados nas indústrias de petróleo.

Metodologia

O dimensionamento de uma coluna de perfuração deve ser feito com base em dados específicos da operação desejada, tais como: Profundidade máxima prevista, trajetória do poço, diâmetros das fases, peso específico do fluido de perfuração, peso máximo sobre a broca, coeficiente de fricção para poço aberto e revestido. Durante as manobras, a coluna de perfuração está sujeita a esforços estáticos como tração, compressão, flexão e torção, quem devem ser analisados também sob efeito das solicitações combinado. A coluna de perfuração também estará sujeita a esforços cíclicos, devido a rotação em seções curvas, além dos esforços dinâmicos, causados pelas vibrações, podendo levar os elementos da coluna a danos por fadiga, sendo preciso evitar as frequências críticas.

Tração

A resistência a tração (Equação 1), R_t , é calculada quando a tensão atinge o limite de escoamento Y_p . Utilizando a margem de *Overpull* para substituir o fator de segurança:

$$R_t = Y_p A - MOP \quad (1)$$

Pressão Interna

A resistência máxima à pressão interna (Equação 2), R_{pi} , ocorre quando a tensão atuante atinge a tensão limite obtida por meio da equação de Barlow.

$$R_{pi} = \frac{2tY_p}{FS(OD)} \quad (2)$$

Pressão de Colapso

O colapso pode ser causado por um esforço resultante do diferencial das pressões criadas pelos fluidos no anular e no interior da coluna (PLÁCIDO, 2009). A resistência ao colapso é função de D/t e o grau do aço, assim definidos 4 regimes de colapso sendo eles: Escoamento, Plástico, Transição e Elástico.

Os limites D/t de onde cada colapso ocorre é determinado entre os regimes de escoamento e plástico D/t_{yp} (Equação 3), plástico para transição por D/t_{pt} (Equação 4) e transição para o elástico D/t_{te} (Equação 5).

$$D/t_{yp} = \frac{\sqrt{(A-2)^2 + 8(B+C/Y_p)} + (A-2)}{2(B+C/Y_p)} \quad (3)$$

$$D/t_{pt} = \frac{Y_p(A-F)}{C+Y_p(B-G)} \quad (4)$$

$$D/t_{te} = \frac{2+B/A}{3B/A} \quad (5)$$

As incógnitas A, B, C, E, F e G são funções do grau do aço.

$$A = 2,8762 + 0,10679 \times 10^{-5} Y_p + 0,21301 \times 10^{-10} Y_p^2 - 0,53132 \times 10^{-16} Y_p^3 \quad (6)$$

$$B = 0,026233 + 0,50609 \times 10^{-6} Y_p \quad (7)$$

$$C = -465,93 + 0,030867 Y_p - 0,10483 \times 10^{-7} Y_p^2 + 0,36989 \times 10^{-13} Y_p^3 \quad (8)$$

$$F = \frac{46,95 \times 10^6 \left[\frac{3B/A}{2+(B/A)} \right]^3}{Y_p \left[\frac{3B/A}{2+(B/A)} - (B/A) \right] x \left[1 - \frac{3B/A}{2+(B/A)} \right]^2} \quad (9)$$

$$G = F(B/A) \quad (10)$$

As equações para determinação da resistência ao escoamento em casa regime dos tubos estão representadas abaixo tal que R_{yp} é a resistência de colapso de escoamento (Equação 11), R_{pp}

é a resistência ao colapso plástico (Equação 12), R_t é a resistência ao colapso de transição (Equação 13) e R_e ao colapso elástico (Equação 14).

$$R_{yp} = 2Y_p \left[\frac{\left(\frac{D}{t}\right) - 1}{\left(\frac{D}{t}\right)^2} \right] \quad (11)$$

$$R_{pp} = Y_p \left[\frac{A}{\frac{D}{t}} - B \right] - C \quad (12)$$

$$R_t = Y_p \left[\frac{F}{\frac{D}{t}} - G \right] \quad (13)$$

$$R_e = \frac{46,95 \times 10^6}{D/t[D/t - 1]^2} \quad (14)$$

Flambagem

A coluna pode ser submetida a esforços cíclicos devido à rotação em seções curvas. Estes esforços cíclicos causam fadiga dos elementos da coluna. Outros elementos são os esforços dinâmicos causados pela vibração, devendo, portanto, evitar as velocidades (frequências) críticas (PLÁCIDO, 2009).

Quando a coluna está sujeita a um crescente carregamento de compressão, passará por diversos estágios de configuração. A primeira configuração é denominada de flambagem senoidal, pois a coluna assume a configuração semelhante à de uma curva seno enrolando para frente e para trás. Dawson e Pasley (Equação 15) quantificam a flambagem senoidal.

$$F_{sen} = 2 \sqrt{\frac{EIW \sin \theta}{r}} \quad (15)$$

Severos carregamentos compressivos acarretam em uma outra configuração de coluna possível nomeada por flambagem helicoidal, podendo resultar num rompimento da coluna, ocorre normalmente na vertical ou em trechos quase verticais, logo após o KOP ou após a ocorrência da flambagem senoidal quando severa compressão é aplicada.

A flambagem helicoidal, devido ao grande contato com a parede do poço, aumenta o arrasto necessitando de mais carga axial a fim de manter o peso sobre a broca (WOB). A equação de Chen e Cheatham (Equação 16) é a que melhor se aproxima de quantificar esse carregamento e é dada por:

$$F_{hel} = 2 \sqrt{\frac{2EIW \sin \theta}{r}} \quad (16)$$

Ações combinadas

A influência da tensão axial na coluna de perfuração pode aumentar ou diminuir os valores de resistência a pressão interna, colapso e torção. Segue-se as regras de que a resistência à pressão interna aumenta com a tração e diminui com efeitos de compressão. Por outro lado, a resistência ao colapso diminui com efeito de tração e aumenta com o efeito de compressão. Já a torção diminui com os efeitos de tração ou compressão.

Resultados e Discussão

A interface para entrada desenvolvida necessita de parâmetros mecânicos e geométricos das colunas de perfuração utilizados para determinar as propriedades físicas do material sendo elas: diâmetro externo, comprimento da coluna, grau do aço, classe do tubo, WOB, fluido de perfuração, entre outros parâmetros (Figura 1).

Figura 1 – Layout da janela para indicação de dados de entrada para caracterização da Coluna

Os resultados para os dados de tubo inseridos anteriormente são impressos em outra janela (Figura 2) janela auxiliar, conforme apresentado na figura 2. As interfaces em sistema Web são baseados no framework django.

Resultados Coluna	
Linha neutra (ft)	R: 697
Resistência ao colapso (psi)	R: 9237
Linha flambagem (ft)	R: 177
Resistência a torção (lb.ft)	R: 30807
Resistência a torção corrigida (lb.ft)	R: 29730
Resistência a pressão interna (psi)	R: 8935.61
Resistência ao colapso corrigida (psi)	R: 5073
Resistência a tração (psi)	R: 237999.6
Elongação (in)	R: 54.5
Velocidade Nodal (rpm)	R: 216.9
Velocidade Axial (rpm)	R: 25.8

Salvar

Figura 2 – Layout de saída dos resultados obtidos

Conclusões

A perfuração é uma etapa essencial da exploração do petróleo, pois ela torna possível a exploração do reservatório. O estudo e a quantificação dos esforços e efeitos sofridos pelas colunas durante a operação é essencial para a otimização temporal e econômica do processo evitando perda de equipamento, paradas desnecessárias de operação e economia do uso de sonda.

Referências Bibliográficas

- API-RP-7G. **Recommended Practice for Drill Stem Design and Operating Limits**. 2004.
- AZAR, JAMAL J.; SAMUEL, G. ROBELLO. **Drilling Engineering**, Tulsa: PennWell Corporation p. 319-353.
- COSTA, J. C. H.. **Desenvolvimento de sistema de auxílio a projetos de poços de petróleo baseado em interface web**. Maceió, AL, 2016.
- GARCIA, ARTHUR ARENARI SILVA; REGAZZI, JOÃO PEDRO GOULART. **Técnica de perfuração com pressão constante de fundo de poço (constante bottom-hole pressure – CBHP)**, Niterói, RJ : [s.n.], 2016.
- PLÁCIDO, JOÃO CARLOS R.; **Colunas de perfuração de poços de petróleo**. Rio de Janeiro, 2009

PREJEAN, HILTON. **API Standards for Pipo Inspections**, Tuboscope, 2012.

SILVA, da R.. **Principais dúvidas de quem quer aprender Django**. 2014. Acessado em abril de 2017 de: <http://pythonclub.com.br/principais-duvidas-de-quem-quer-aprender-django.html>

SILVA, TEÓFANES V. SANTOS, J. P. L.. **Ferramenta de apoio a Projetos de Poços de Petróleo – Módulo Drillpipes**. In: IV Seminário de Avaliação do PIBITI da UFAL. Maceió, AL, 2016.