

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CO-GASEIFICAÇÃO DE CARVÃO E BIOMASSA: MODELAGEM TERMODINÂMICA E OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS

AUTORES:

Leandro Borba Barcelos

INSTITUIÇÃO:

Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro

CO-GASEIFICAÇÃO DE CARVÃO E BIOMASSA: MODELAGEM TERMODINÂMICA E OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS

Resumo

Este estudo investiga a co-gaseificação de carvão e biomassa, visando otimizar a produção de gás de síntese através de modelos termodinâmicos. Utilizando modelos estequiométricos e não-estequiométricos, a pesquisa analisa o efeito de diferentes proporções de carvão e agentes gaseificantes, como ar atmosférico e vapor, sobre a composição final do gás. A metodologia inclui simulações para determinar a melhor relação entre CO e H₂, focando na eficiência energética e na qualidade do gás de síntese. Os resultados indicam que a proporção de combustível e a escolha do agente gaseificante afetam significativamente a composição do gás, com o vapor aumentando a proporção de H₂. Além disso, a temperatura e a pressão operacionais mostraram-se cruciais na maximização da conversão de reagentes e na melhoria da qualidade do gás produzido. A co-gaseificação, portanto, não só amplia as opções de combustível renovável, mas também oferece uma alternativa promissora para reduzir as emissões de carbono e diversificar a matriz energética. Este trabalho contribui para o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis na produção de energia, enfatizando a importância da otimização de processos para a viabilidade econômica e ambiental.

Palavras-chave: co-gaseificação, carvão e biomassa, gás de síntese, Otimização de processos.

Abstract

This study investigates the co-gasification of coal and biomass, aiming to optimize syngas production through thermodynamic models. Utilizing both stoichiometric and non-stoichiometric approaches, the research analyzes the effects of varying coal ratios and gasifying agents, such as atmospheric air and steam, on the final gas composition. The methodology includes simulations to determine the optimal CO ratio, focusing on energy efficiency and syngas quality. The results indicate that fuel proportion and the choice of gasifying agent significantly impact gas composition, with steam increasing the H₂ proportion. Additionally, operational temperature and pressure proved crucial in maximizing reactant conversion and improving the quality of the produced gas. Co-gasification not only broadens the spectrum of renewable fuel options but also offers a promising alternative for reducing carbon emissions and diversifying the energy matrix. This work contributes to the development of more efficient and sustainable energy production technologies, highlighting the importance of process optimization for economic and environmental feasibility.

Keywords: Co-gaseification, Coal and Biomass, Syngas, Process Optimization.

Introdução

A gaseificação é uma tecnologia avançada que converte materiais carbonáceos, como carvão e biomassa, em gás de síntese, uma mistura de monóxido de carbono (CO) e hidrogênio (H₂), com múltiplas aplicações industriais, incluindo a produção de eletricidade e a síntese de produtos químicos.

A co-gaseificação de carvão e biomassa emerge como uma solução promissora, combinando as vantagens da alta densidade energética do carvão com a renovabilidade e o baixo impacto ambiental da biomassa. Este processo permite a utilização de resíduos agrícolas e florestais, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e diminuindo as emissões de gases de efeito estufa. A integração de diferentes tipos de biomassa, juntamente com o carvão, pode resultar em interações químicas complexas que afetam a eficiência do processo e a composição final do gás de síntese.

Metodologia

A metodologia deste estudo envolveu a construção de modelos termodinâmicos para prever as composições de produtos gasosos em diferentes condições operacionais. Utilizando linguagem de programação Python, foram implementados algoritmos de otimização para determinar as condições ideais de operação, incluindo a proporção carvão, temperatura e pressão. Dois tipos de agentes gaseificantes foram considerados: ar atmosférico e vapor, utilizados isoladamente ou em combinação, para promover as reações de gaseificação. O modelo estequiométrico considerou as reações químicas completas e suas respectivas estequiometrias, enquanto o modelo não-estequiométrico utilizou a minimização da energia livre de Gibbs para determinar o equilíbrio químico. Simulações foram realizadas para avaliar o impacto de diferentes proporções de combustíveis e parâmetros de processo na qualidade e quantidade do gás de síntese.

Resultados e Discussão

Os resultados das simulações indicaram que a proporção de carvão para biomassa é um fator determinante na composição do gás de síntese. A presença de maior quantidade de carvão tende a aumentar a produção de CO, enquanto uma maior quantidade de biomassa favorece a formação de H₂. A utilização de vapor como agente gaseificante mostrou-se eficiente na melhoria da qualidade do gás de síntese, aumentando a proporção de H₂. Observou-se também que a temperatura de operação é crítica, com temperaturas mais elevadas promovendo uma maior conversão dos reagentes em produtos gasosos. Além disso, a pressão operacional teve um efeito significativo na composição do gás de síntese, influenciando a distribuição das espécies químicas. A otimização dos parâmetros indicou condições operacionais que maximizam a eficiência do processo, com uma proporção desejável de CO ajustada conforme a aplicação final do gás de síntese.

Conclusões

A co-gaseificação de carvão e biomassa é uma tecnologia promissora para a produção de energia limpa e sustentável. A combinação dos dois combustíveis permite a flexibilidade na composição do gás de síntese, adaptando-se às necessidades específicas de diferentes aplicações industriais. O estudo demonstrou que a proporção carvão, juntamente com a escolha dos agentes gaseificantes e as condições operacionais, são cruciais para otimizar a eficiência do processo e a qualidade do gás produzido. As simulações indicam que é possível ajustar a proporção de CO no gás de síntese, o que é particularmente relevante para a produção de hidrogênio como combustível alternativo. A co-gaseificação, portanto, representa uma alternativa viável para a diversificação da matriz energética e a redução das emissões de carbono.

Agradecimentos

Agradeço à Agência Nacional do Petróleo por fomentar e financiar pesquisas na área de biocombustíveis através do Programa de Formação de Recursos Humanos PRH-8.

Agradeço ao meu Professor Orientar Gabriel Lisbôa Veríssima pelo esforço empregado neste trabalho.

Referências Bibliográficas

DAS, Samar; SARKAR, Pranay Kumar; MAHAPATRA, Sadhan. *Thermodynamic optimization of coal-biomass co-gasification process by using non-stoichiometric equilibrium modeling*. 2021.

PELLEGRINI, Luiz Felipe; OLIVEIRA Jr., Silvio de. *Exergy analysis of sugarcane bagasse gasification*. 2021.

JARUNGTHAMMACHOTE, S.; DUTTA, A. *Thermodynamic equilibrium model and second law analysis of a downdraft waste gasifier*. 2021.

MENDIBURU, Andrés Z.; CARVALHO Jr., João A.; CORONADO, Christian J.R. *Thermochemical equilibrium modeling of biomass downdraft gasifier: Stoichiometric models*. 2021.