

THÔNG TIN TÓM TẮT VỀ NHỮNG KẾT LUẬN MỚI CỦA LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tên đề tài luận án: “Nghiên cứu nâng cao hiệu quả xử lý khí tự nhiên tại mỏ Hải Thạch”.

Ngành: Kỹ thuật dầu khí

Mã số: 9520604

Họ và tên nghiên cứu sinh: Trần Ngọc Trung

Khóa đào tạo: 2018 - 2022

Họ và tên cán bộ hướng dẫn: 1. PGS.TS. Triệu Hùng Trường
2. TS. Ngô Hữu Hải

Tên cơ sở đào tạo: Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT NHỮNG KẾT LUẬN MỚI CỦA LUẬN ÁN (về mặt học thuật, lý luận, luận điểm mới về khoa học và thực tiễn)

Luận án đã giải quyết được những vấn đề đặt ra từ yêu cầu của thực tế sản xuất tại mỏ Hải Thạch bằng phương pháp xử lý số liệu thông minh. Đây là dự án có quy mô lớn nhất từ trước tới nay tại Việt Nam, nằm trong vùng bất thường áp suất lớn, nhiệt độ vừa rất cao, nhiệt độ ở đáy giếng lên đến 187°C và áp suất vượt ngưỡng 898 atm. Việc ứng dụng Học máy vào việc nâng cao hiệu quả xử lý khí ở mỏ HT là giải pháp mới, phù hợp và hiệu quả để có thể tận dụng được cơ sở hạ tầng và dữ liệu khai thác tại mỏ khí – condensate HT, giúp cho việc dự báo, phân tích trở lên chính xác và tin cậy hơn. Đây là hệ thống, phương pháp quản trị mỏ mới, sáng tạo, rất khoa học và mang tính thực tiễn cao theo hướng tiếp cận của khoa học dữ liệu.

Việc ứng dụng thuật toán Hệ thống suy luận mờ thần kinh thích ứng cải tiến (Improved ANFIS) đã nâng cao độ chính xác dự báo lưu lượng khí condensate giúp chủ động đóng mở giếng để phù hợp điều kiện tiêu thụ, tránh dư thừa, lãng phí nhưng vẫn có được lưu lượng condensate cao mà bảo toàn được năng lượng vỉa, đảm bảo khả năng thu hồi và khai thác của từng giếng; ổn định điều kiện đầu vào của hệ thống xử lý. Kỹ thuật tiền xử lý và làm mịn dữ liệu bằng thuật toán hồi quy cục bộ sử dụng bình phương tuyến tính tối thiểu có trọng số 'loess', kỹ thuật xáo trộn ngẫu nhiên và xác thực chéo k-lần đã chứng minh khả năng tránh hiện tượng quá khớp và nâng cao độ chính xác của mô hình dự báo lưu lượng giếng khai thác mỏ HT sử dụng cả hai thuật toán phân vùng trừ và phân vùng mờ FCM.

Thuật toán Mạng tự động mã hoá dựa trên bộ nhớ dài ngắn hạn cải tiến (Improved Long Short Term Memory based Autoencoder network – Improved LSTM-AE) có thể dự báo được bất thường nước xâm nhập giếng khai thác và máy nén khí cao áp với nhiều cảm biến (multivariate) dữ liệu chuỗi thời gian, giúp ổn định áp suất, đảm bảo dòng chảy khí cho quá trình xử lý và thu hồi khí bay hơi. Mô hình LSTM-AE cải tiến được tối ưu hóa bằng cách

sử dụng kỹ thuật tối ưu Tìm kiếm Ngẫu nhiên (Random Search optimization) cho các bộ siêu tham số khác nhau dựa trên tính toán chỉ số Trung bình sai số tuyệt đối (MAE) của hàm mất mát. Giá trị ngưỡng (threshold) tối ưu sau đó được lựa chọn để phân loại chính xác nhiều nhất các điểm bất thường với điểm F-score cao nhất trong số các mô hình được tối ưu hóa.

SUMMARISED INFORMATION ON NEW FINDINGS OF THE THESIS

Title: “Research on improving the efficiency of natural gas processing at Hai Thach field”.

Sector: Petroleum Engineering

Code: 9520604

Name of Ph.D. Student: Trung Tran-Ngoc

Course: 2018 - 2022

Supervisors: 1. Assoc. Prof., Dr Truong Trieu-Hung
2. Dr. Hai Ngo-Huu

Institution: Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT OF NEW FINDINGS IN THE THESIS

The thesis has solved the problems raised by the production requirements at the Hai Thach (HT) gas-condensate field by intelligent data processing. Bien Dong project has an enormous scale ever in Vietnam, located in an abnormal area with very high reservoir temperature and pressure, the bottom hole temperature is up to 187°C, and the pressure exceeds 898 atm. The application of Machine Learning to improve gas processing efficiency is a new, appropriate and effective solution to take advantage of the infrastructure and rich historical data for more accurate and reliable forecasting and analysis in the HT gas-condensate field. This is an innovative, very scientific, and practical oil and gas field management system in the direction of data science.

Implementing the Improved ANFIS algorithm has increased the accuracy of gas condensate gas flow prediction, allowing for the proactive opening and closing of wells based on consumption conditions. This helps to eliminate waste and inefficiency while maintaining high condensate flow and preserving reservoir energy, ensuring optimal recovery and production from each well. Additionally, the algorithm helps stabilize the processing system's input conditions. Data preprocessing and smoothing techniques such as local regression using weighted linear least squares and a 2nd-degree polynomial model ‘loess’, random shuffling techniques, and k-fold cross-validation have shown the capacity to prevent overfitting and enhance the accuracy of the prediction model for the HT field when using both Subtractive and FCM partitioning algorithms.

The improved Long Short Term Memory-based Autoencoder network (Improved LSTM-AE) can classify the anomalies for natural gas compressor and water production of well with multivariate time series data. The anomaly detection capabilities help stabilize inlet pressure and ensure continuous flow for the flash gas recovery process. The improved LSTM-AE model is optimized using the Random Search optimization technique for different sets of hyperparameters based on calculating the Mean Absolute Error (MAE) for the loss

function. The optimal threshold value is then selected to correctly and early classify the most anomalies with the highest F-score value among the optimized models.