บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยการสนับสนุนจากคณาจารย์ พนักงาน ตลอดจนห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อีกทั้งได้รับความช่วยเหลือ อนุเคราะห์จากเจ้าหน้าที่กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ พัฒนาโปรแกรมสำหรับการเลือกระบบช่วยผลิตที่เหมาะสมและสนับสนุนการออกแบบระบบช่วยผลิตภายใต้เงื่อนไขทางด้านวิศวกรรมปิโตรเลียมสำหรับแหล่งน้ำมันบนบกของประเทศไทย อาทิเช่น สิริกิติ์ อู่ทอง ฝาง และวิเชียรบุรี ระบบช่วยผลิตที่ถูกเลือกในการศึกษาได้แก่ ปั๊มไฟฟ้าแบบจุ่มก้นหลุม (Electrical submersible pump) การอัดก๊าซเป็นช่วงๆ (Intermittent flow gas lift) และปั๊มม้าหัวโยก (Sucker rod pump) ในที่นี้จะเรียกชื่อโปรแกรมว่า ALTOO (Artificial Lift Thailand Onshore Oilfields) ระบบของ ALTOO ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจสมการและทฤษฎีของระบบช่วยผลิตซึ่งไม่รวมถึงการนำเอาประสบการณ์ในการทำงานมาพิจารณาในการพัฒนาโปรแกรม โครงสร้างของ ALTOO ถูกพัฒนาในโปรแกรม Microsoft Visual Basic V.6 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการพัฒนา แก้ไขและปรับปรุง ข้อมูลนำเข้าที่จะใช้ในการประมวลผลของ ALTOO ถูกแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม ดังนี้ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการผลิต, แหล่งกักเก็บ, หลุมเจาะ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านวิศวกรรมปิโตรเลียม เป็นต้น การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าที่จะใช้ในโปรแกรม ALTOO เป็นขั้นตอนแรกของการประมวลผลเพื่อตรวจสอบฐานข้อมูลว่ารองรับข้อมูลนำเข้าที่จะใช้ในโปรแกรม ALTOO หรือไม่ ข้อมูลนำเข้าเหล่านั้น ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะของของไหล, ความลึก, ขนาด Tubing, ชนิดของ Tubing และประสิทธิภาพของปั๊ม ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลนำมาจากหลุมผลิตจริงจากแหล่งน้ำมันลานกระบือ อู่ทอง และฝาง ในการวิเคราะห์ได้มีการแบ่งกรณีศึกษาออกเป็นกรณีต่างๆ ภายใต้การพิจารณาตัวแปรควบคุม ดังต่อไปนี้ ความดันก้นหลุมและสัดส่วนก๊าซกับน้ำมัน ดัชนีชี้วัดการผลิต ขนาดของท่อและความหลากหลายในการผลิต ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือกรณีที่ตัวแปรควบคุมมีค่าต่ำและมีค่าสูง โปรแกรม ALTOO จะระบุรายละเอียด, ขั้นตอนการออกแบบ, เครื่องมืออุปกรณ์พื้นฐานและข้อมูลที่จำเป็น โปรแกรม ALTOO จะเลือกวิธีการออกแบบที่เหมาะสมและเป็นไปได้ที่สุดสำหรับระบบช่วยผลิตแต่ละชนิด ดังเช่น ข้อมูลของปั๊มหรือปริมาณก๊าซที่ใช้ในการอัด ในการพิจารณาทางด้านเทคนิค พบว่า วิธีช่วยผลิตที่เหมะสมที่สุดในแหล่งน้ำมันลานกระบือ คือ การประยุกต์วิธีช่วยผลิตแบบการอัดก๊าซเป็นช่วง ๆ รองลงมาคือปั๊มไฟฟ้าแบบจุ่มและปั๊มม้าหัวโยก ตามลำดับ นอกจากนี้ วิธีช่วยผลิตที่เหมะสมที่สุดในแหล่งน้ำมันอู่ทอง ฝาง และวิเชียรบุรี คือ การประยุกต์วิธีช่วยผลิตแบบปั๊มม้าหัวโยก รองลงมาคือปั๊มไฟฟ้าแบบจุ่มและการอัดก๊าซเป็นช่วง ๆ ตามลำดับ ในการพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า วิธีช่วย

ผลิตที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุดในแหล่งน้ำมันลานกระบือ คือ การประยุกต์วิธีช่วยผลิตแบบการอัดก๊าซเป็นช่วง ๆ (อัตราการคืนทุน 22.57% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.81) รองลงมาคือปั๊มไฟฟ้าแบบจุ่ม (อัตราการคืนทุน 21.60% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.74) และปั๊มม้าหัวโยก (อัตราการคืนทุน 21.29% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.66) ตามลำดับ นอกจากนี้ วิธีช่วยผลิตที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุดในแหล่งน้ำมันอู่ทอง ฝาง และวิเชียรบุรี คือ การประยุกต์วิธีช่วยผลิตแบบปั๊มม้าหัวโยก (สำหรับแหล่งน้ำมันอู่ทองอัตราการคืนทุน 24.07% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.81 สำหรับแหล่งน้ำมันฝางอัตราการคืนทุน 20.18% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.71 และสำหรับแหล่งน้ำมันวิเชียรบุรี อัตราการคืนทุน 9.66% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.25) รองลงมาคือปั๊มไฟฟ้าแบบจุ่ม (สำหรับแหล่งน้ำมันอู่ทองอัตราการคืนทุน 22.21% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.68 สำหรับแหล่งน้ำมันฝางอัตราการคืนทุน 18.24% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.57 และสำหรับแหล่งน้ำมันวิเชียรบุรี อัตราการคืนทุน 9.51% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.24) และการอัดก๊าซเป็นช่วง ๆ (สำหรับแหล่งน้ำมันอู่ทองอัตราการคืนทุน 20.39% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.53 สำหรับแหล่งน้ำมันฝางอัตราการคืนทุน 16.09% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.39 และสำหรับแหล่งน้ำมันวิเชียรบุรีอัตราการคืนทุน 8.47% และสัดส่วนกำไรต่อเงินลงทุน 0.18) ตามลำดับ

ผลการวิจัยนี้อาจนำไปประยุกต์ใช้กับแหล่งน้ำมันต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ด้านวิชาการในการศึกษาระบบช่วยผลิตที่เหมาะสมสำหรับแหล่งน้ำมันบนบกต่างๆ ของประเทศไทย ส่งเสริมให้มีการเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมันและเพิ่มการลงทุนสำรวจและผลิตปิโตรเลียมของประเทศไทยมากขึ้น

Abstract

This research was funded and supported by Suranaree University of Technology with the assistant from Department of Mineral Fuels' personnel for data. The objective of the research is to develop software for optimizing artificial lift selection and design supporting of artificial lift system for Thailand onshore oil fields such as Sirikit, U-Thong, Fang, and Wichian Buri oil fields, under various petroleum engineering requirements, including electrical submersible pump, intermittent flow gas lift and sucker rod pump. The software hereafter is called ARTOO (Artificial Lift Thailand Onshore Oilfields). The proposed system is based on the known analytical solutions and theories, but is not based on the heuristic knowledge, inference procedure and experience of artificial lift expert backed by the rationale and logic. The program structure is developed on Microsoft Visual Basic version 6 software, and hence makes it interactive, user-friendly and revisable. The input artificial lift parameters are hierarchically characterized into several groups using various criteria, e.g., production, reservoir and well conditions, engineering requirements, design constraints and project goals, etc. The input analysis is first performed to check acceptable data base system, e.g., fluid specific gravity, depth, tubing size, tubing type and volumetric efficiency. The predictive capability of the proposed system has been verified by comparing with actual wells under Lan Kra Bu, U-Thong, Fang, and Wichian Buri oil fields. The bottom hole pressure and gas liquid ratios, productivity index, size of tubing and variable rates are the controlling factors in the selection of the method of lift, which are divided into 2 cases (low and high) for study and analysis result of ALTOO. The results are satisfactory. For the artificial lift system supporting, the system first identifies detail, step of design, basic facilities and necessary information. Based on production rates, the system selects the most suitable and available design solution for each artificial lift system. They comprise different combinations of the design components (e.g., pump data, minimum gas required, etc.). In term of technical consideration, the most suitable applications of artificial lift for Lan Kra Bu oil fields are ranked from the 1st intermittent flow gas lift, 2nd electrical submersible pump and 3rd sucker rod pump respectively. In addition, the suitable applications of artificial lift for U-Thong, Fang and Wichian Buri oil fields are ranked from the 1st sucker rod pump, 2nd electrical submersible pump and 3rd intermittent flow gas lift respectively. In term of economic consideration, the best value of artificial lift for Lan Kra

Bu oil fields are ranked from the 1st intermittent flow gas lift (IRR 22.57% and PIR 0.81), 2nd of electrical submersible pump (IRR 21.60% and PIR 0.74) and 3rd sucker rod pump (IRR 21.29% and PIR 0.66) respectively. The best value of artificial lift for U-Thong, Fang and Wichian Buri oil fields are ranked from the 1st sucker rod pump (U-Thong oil fields: IRR 24.07% and PIR 0.81, Fang oil fields: IRR 20.18% and PIR 0.71 and Wichian Buri oil fields: IRR 9.66% and PIR 0.25), 2nd electrical submersible pump (U-Thong oil fields: IRR 22.21% and PIR 0.68, Fang oil fields: IRR 18.24% and PIR 0.57 and Wichian Buri oil fields: IRR 9.51% and PIR 0.24) and 3rd intermittent flow gas lift (U-Thong oil fields: IRR 20.39% and PIR 0.53, Fang oil fields: IRR 16.09% and PIR 0.39 and Wichian Buri oil fields: IRR 8.47% and PIR 0.18) respectively.

The results of this study should be applied to any artificial lift projects. The study also increases the ability and knowledge in artificial lift system and probably promotes the petroleum exploration and production activity investments in Thailand.