

สารบัญ

	หน้า
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
คุณลักษณะการนำส่งยาโดยใช้ลำพุงจากหลักการกระแทกในเนื้อสุกร ผู้วิจัย: กมลชนก อูระ	1
แบบจำลองทางวิสโคอิลาสติกของเส้นเอ็นข้อต่อในวัยเจริญเติบโต ผู้วิจัย: จิรภา เลื่อนนารี	3
การพัฒนาหัวเผาวัสดุพูนขนาดเล็ก ผู้วิจัย: ไพลิน แนวจำปา	5
การศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตาประหยัดแก๊ส S-10 ที่มีการไหลแบบหมุนวนด้วยวิธี พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ผู้วิจัย: ภัทรารวรรณ ชิมชม	9
การเปรียบเทียบคุณลักษณะการนำส่งยาของลำพุงที่สร้างจากอุปกรณ์แบบหลักการกระแทก ที่มีต้นกำเนิดจากแก๊สและสปริง ผู้วิจัย: พลตรี วงษ์ประสานต์	13
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
การพัฒนางจรปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบไวงาน สำหรับวงจรเรียงกระแสสามเฟส ด้วยการใช้คอนเวอร์เตอร์แบบสามระดับ ผู้วิจัย: กชกร ศิริพันธ์	15
แนวทางการวางแผนและดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับเมื่อพิจารณากำลังการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานทดแทน ผู้วิจัย: ปวรุตม์ กองสมบัติสุข	17
การออกแบบโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ ด้วยการแบ่งกลุ่มเคมिनและวิธีการเชิงพันธุกรรม ผู้วิจัย : พิจิตรา พิศชวนชม	19
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา	
การเปรียบเทียบรูปแบบการเสริมกำลังเสาสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงแบบวัฏจักร ผู้วิจัย: เขียรชัย แสนวงศ์	23
แผนที่เตือนภัยน้ำท่วมลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ ผู้วิจัย: องอาจ แสนอุบล	25

สารบัญ

	หน้า
พฤติกรรมรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลล์ลูลาร์ภายใต้แรงแบบวัฏจักร ผู้วิจัย: อติศักดิ์ กกแก้ว	27
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยจุลสาหร่ายสีเขียวสายพันธุ์คลอโรคอคคัม ฮิวมิโคลา ผู้วิจัย: ณิชกรณ์ เทียงภักดี	29
การดูดซับแมงกานีส(II) โดยใช้ฟิล์มคอมโพสิตเพคตินจากเปลือก <i>Hylocercus undatus</i> ผู้วิจัย: ณิชกานต์ ภูใหม่	32
การประเมินคุณภาพน้ำในห้วยตองเวด หมู่บ้านโนนแดง ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ผู้วิจัย: พิชานันท์ กุจะพันธ์	36
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	
การศึกษาประสิทธิภาพและการวางแผนกระบวนการผลิตชิ้นงานสามมิติด้วยเครื่อง FDM ภายใต้การวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย ผู้วิจัย: กิตติ วิเศษลา	40
การศึกษาประสิทธิภาพของตลาดสดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูลและกระบวนการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ผู้วิจัย: ชีวาพร ไชยพันธ์	43
การศึกษาปัญหาการเลือกเครื่องพิมพ์สามมิติในการผลิตชิ้นงานทางการแพทย์ ภายใต้การวิเคราะห์ การตัดสินใจหลายปัจจัย ผู้วิจัย: พิระพัฒน์ คำหงษ์	47
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
สมรรถนะของลำเจ็ทที่ผลิตโดยชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ ผู้วิจัย: กิตติพงษ์ ศรีพนากุล	51
การเพิ่มสมรรถนะของอีเจ็คเตอร์ โดยใช้หลักการของอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับ ผู้วิจัย: ณิชฐ์ สุวรรณภู	55

สารบัญ

	หน้า
การสังเคราะห์เชื้อเพลิงสังเคราะห์จากชีวมวลและของเหลือทิ้งทางการเกษตร ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล	59
ผู้วิจัย: ธนกฤต นนท์ชนะ	
การประยุกต์ใช้หัวพันไฟว์สตาร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อน	63
ผู้วิจัย: ปภิวดี วรามิตร	
การปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สแรงดันสูงด้วยการไหลแบบหมุนวน โดยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	67
ผู้วิจัย: มานะ วิชางาม	
การศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของท่อโครงสร้างร่วมระหว่าง AL/GFRP ภายใต้แรงกระแทก	17
ผู้วิจัย: วิศิษฐ์ จันทร์ชื่น	
การศึกษาและพัฒนาแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	73
ผู้วิจัย: อาคม ปาสีโล	
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
การกำจัดสีย้อมมาลาโคท์กรีนจากสารละลายด้วยกระบวนการดูดซับร่วมกับ กระบวนการ โฟโตคะตะไลซิสโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ตรึงบนแร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์	76
ผู้วิจัย: จุรีพร วงศ์จินดา	
การบำบัดทางชีวภาพด้วยแลคเคสสำหรับย่อยสลายไดโคพอลในถังปฏิกรณ์หมกเบรน	80
ผู้วิจัย: อภิญญา อ่อนสาร	
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	
วิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ สำหรับปัญหาการจัดสมดุล สายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 กรณีพิจารณาจำนวนประเภทของเครื่องจักร สำหรับแต่ละสถานีงาน	85
ผู้วิจัย: กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ	
การแก้ไขปัญหาการวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้นโดยวิธีการ วิวัฒนาการ โดยใช้ผลต่าง	87
ผู้วิจัย: จิตตราพร ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา	

สารบัญ

	หน้า
การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและการจัดเส้นทางขนส่ง: กรณีศึกษา การหาจุดรับซื้อ ยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย	89
ผู้วิจัย: เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ	
วิธีการค้นหาพื้นที่ข้างเคียงขนาดใหญ่แบบปรับค่าได้สำหรับการแก้ปัญหาการมอบหมายงาน แบบหลายชั้น กรณีศึกษา: ฟาร์มเลี้ยงไก่ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์	91
ผู้วิจัย: ณัฐนันท์ ประสิทธิ์เตสัง	
การออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ ในอุตสาหกรรมสุขภาพ	93
ผู้วิจัย: นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา	
การพัฒนาวิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่น	95
วิจัย: ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์	
เทคนิคการติดตามการสึกหรอเครื่องมือทางอ้อมสำหรับกระบวนการเสียดทาน แบบกวนของ อะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิว	99
ผู้วิจัย: รุ่งวสันต์ ไกรกลาง	

บทคัดย่อ

เรื่อง : คุณลักษณะการนำส่งยาโดยใช้ลำพุงจากหลักการกระแทกในเนื้อสุกร
ผู้วิจัย : กมลชนก อูระ
ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพันธ์ สีหานาม
คำสำคัญ : ลำพุงความเร็วสูง, ความดันกระแทก, ความถี่การเจาะ, เนื้อเยื่อสุกร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณลักษณะการนำส่งยาด้วยลำพุงความเร็วสูง ที่สร้างจากหลักการกระแทกโดยมีสปริงเป็นต้นกำลังในเนื้อสุกร อุปกรณ์การทดลองถูกออกแบบให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดคือ 0.2 และ 0.3 มิลลิเมตร และสามารถบรรจุของเหลวได้ 0.2 และ 0.5 มิลลิลิตร ทำการทดลองโดยเปลี่ยนค่าคงที่สปริงให้แตกต่างกันไปด้วยการเปลี่ยนขนาดของเส้นลวด โดยใช้ค่าคงที่ของสปริงตั้งแต่ 0.019, 0.039, 0.058 และ 0.078 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าในการศึกษานี้เกิดความดันกระแทกของลำพุงที่ฉีดออกมา มีค่าอยู่ในช่วง 26.69 ถึง 149.65 เมกะปาสกาล รูปแบบของความดันกระแทกเป็นแบบหลายลูก (Multiple pulse) ลำพุงสามารถทำ ความถี่ของการเจาะเนื้อเยื่อสุกรตั้งแต่ 2.61 ถึง 52.72 มิลลิเมตร มีรูปแบบการกระจายตัวของของเหลวเป็นแนวเส้นตรงยาวลงไปตามชั้นเนื้อเยื่อซึ่งคล้ายคลึงกันทุกกรณี การตรวจสอบความเสียหายของเนื้อเยื่อพบว่าลำพุงสร้างความเสียหายน้อยกว่าการฉีดยาด้วยเข็ม ผลการศึกษานี้ยืนยันได้ว่าความดันกระแทกของลำพุงเหมาะสมสำหรับการนำส่งยาผ่านผิวหนังสุกร แต่อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์นี้ยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาต่อไปเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ABSTRACT

TITLE : CHARACTERISTICS OF DRUG DELIVERY BY USING IMPACT DRIVEN
METHOD JET IN SWINE

AUTHOR : KAMONCHANOK URA

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. WIRAPAN SEEHANAM, Ph.D.

KEYWORDS : JET, IMPACT PRESSURE, PENETRATION DEPTH, SWINE

The purpose of this research is to study the drug delivery characteristics of using highspeed liquid jet that was created from the impact driven method in swine. Experimental devices are designed with the nozzle orifice sizes of 0.2 and 0.3 mm. The devices can store liquid sizes of 0.2 and 0.5 ml. The experiment was performed by changing the springs of various stiffness values according to the sizes of the wire of 0.019 N/mm, 0.039 N/mm, 0.058 N/mm and 0.078 N/m. The results revealed that the impact pressure being injected from the nozzle was in the range of 26.69 - 149.65 MPa. The pressure profiles were multiple pulse. The penetration depth was 2.61 - 52.72 mm. The dispersion pattern was a straight line, down to the tissue layers that is similar in all cases. Examination of the tissue damage revealed that the jet caused less damage than a needle injection. The results from this study confirm that the pressure of the jet is suitable for drug delivery through the swine tissue. The device, however, requires further development to be more efficient.

บทคัดย่อ

เรื่อง : แบบจำลองทางวิสโคอิลาสติกของเส้นเอ็นข้อต่อในวัยเจริญเติบโต
 ผู้วิจัย : จิรภา เลื่อนนารี
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชดา โสภาคะยัง
 คำสำคัญ : เส้นเอ็นข้อต่อ,แบบจำลองวิสโคอิลาสติก, อายุ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างภายในของเส้นเอ็นข้อต่อในวัยเจริญเติบโต จึงได้สร้างแบบจำลองทางวิสโคอิลาสติก ที่ส่วนประกอบของแบบจำลองเลียนแบบพฤติกรรมเชิงโครงสร้างภายในของเส้นเอ็นข้อต่อเมื่ออายุแตกต่างกันในวัยเจริญเติบโต โดยมีสมมติฐานว่าเมื่อเส้นเอ็นเริ่มรับแรงดึงเส้นไฟบิวร์ที่อยู่ภายในเส้นเอ็นจะมีบางส่วนที่เริ่มรับแรงในขณะที่บางส่วนจะเริ่มขาด โดยจำนวนของเส้นไฟบิวร์ที่รับแรงและขาดจะเป็นไปตามฟังก์ชันการกระจายตัวแบบเอ็กโพเนนเชียล และเมื่อเส้นเอ็นมีอายุมากขึ้นพื้นที่หน้าตัดของเส้นไฟบิวร์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งจะส่งผลให้เส้นไฟบิวร์มีความแข็งแรงมากขึ้นด้วย โดยการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของไฟบิวร์นี้จะสูงขึ้นตามอายุของเส้นเอ็นในลักษณะฟังก์ชันแบบเอ็กโพเนนเชียล แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถจำลองพฤติกรรมการรับแรงดึงและการคลายความเค้นของเส้นเอ็นที่อายุแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองเป็นค่าที่สมมุติขึ้นโดยผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับผลการทดลองจากงานวิจัยอ้างอิง ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการนำแบบจำลองไปใช้คาดการณ์พฤติกรรมเชิงกลของเส้นเอ็นข้อต่อที่อายุต่าง ๆ จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการผลิตวัสดุทดแทนเส้นเอ็นข้อต่อให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ รวมถึงช่วยป้องกันการเกิดความเสียหายแก่เส้นเอ็นข้อต่อในวัยต่าง ๆ ได้

ABSTRACT

TITLE : A VISCOELASTIC MODEL OF LIGAMENTS AND TENDONS IN THE GROWTH AGES

AUTHOR : JIRAPA LUAGNAREE

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. RATCHADA SOPAKAYANG, Ph.D.

KEYWORDS : LIGAMENTS AND TENDONS, VISCOELASTIC MODEL, GROWTH AGES

This research aims to study and understand the structural changes of ligaments and tendons in the growth ages. Therefore, a new viscoelastic model was formulated to mimic the ligaments and tendons' structural changes during different ages. When mimicking the physiology of the structural changes, some collagen fibrils would gradually become active while some would gradually start to fail under the tension. The exponential distribution functions were presented in order to describe the distribution of the number of the active and broken fibrils. When the ligaments and tendons are older, the cross sectional area of the fibrils would be larger and stronger. The increase of the fibrils' cross sectional area was proportional to the age of the ligaments and tendons as an exponential function. By assuming the values of parameters in the model, the formulated model could well describe the mechanical behavior of ligaments and tendons in different ages under tension and stress relaxation phenomena. The calculation results obtained from the model were consistent with the experimental results from the published papers. However, in order to obtain the appropriate parameters to predict the mechanical behavior of the tendons at different ages, appropriate methods for determining the model parameters should be clarified. The contribution of the work can be applied to improve the quality of materials to replace ligaments and tendons. Moreover, it can help prevent the damage in ligaments and tendons at different ages

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การพัฒนาหัวเผาวัสดุพอรุนขนาดเล็ก
ผู้วิจัย	: ไพอลิน แนวจำปา
ชื่อปริญญา	: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	: รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัฐ ศรีวีระกุล
คำสำคัญ	: หัวเผาวัสดุพอรุน, กระบวนการขึ้นรูปถังพลาสติก, เปลวไฟแบบแพร่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาตัวแปรด้านสภาวะทำงานและคุณลักษณะการเผาไหม้ ได้แก่ อุณหภูมิ ลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟอิสระและเจ็ทเปลวไฟพุ่งชน การถ่ายเทร้อนบนพื้นผิว รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของหัวเผาดั้งเดิม (Model A) ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปถังน้ำพลาสติก PE และหัวเผาวัสดุพอรุนขนาดเล็กที่ปรับปรุงจากหัวเผาดั้งเดิม โดยประยุกต์ใช้เม็ดเซรามิก กลมกับหัวเผาดั้งเดิมชนิดเปลวแพร่ที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง

การทดลองกรณีเปลวไฟอิสระได้ปรับเปลี่ยนค่าความพอรุนของหัวเผาวัสดุพอรุนต่างกัน 4 รูปแบบ คือ Model B C D และ E ($E = 0.4398$ 0.4776 0.4907 และ 0.5790 ตามลำดับ) ทดลองที่ความดัน ปลดปล่อย LPG ในช่วง $0.2 - 2.2$ bar วัดอุณหภูมิตามความยาวเปลวไฟด้วย thermocouple N-type บันทึกข้อมูลด้วย data logger พบว่าความยาวเปลวไฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความดัน LPG สูงขึ้น โดยทุกค่าความดัน หัวเผาวัสดุพอรุนมีความยาวเปลวไฟที่มากกว่าหัวเผาดั้งเดิม ที่ความดัน 1 บาร์ อุณหภูมิเปลวไฟสูงสุดของ Model A เกิดที่ตำแหน่ง 50 mm จากปากทางออกของหัวเผา มีค่าเท่ากับ 929.3 °C ในขณะที่หัวเผาวัสดุพอรุน Model E ให้อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 917.9 °C ที่ ตำแหน่ง 200 mm จากปากทางออกของหัวเผา ทั้งนี้พบว่าค่าความพอรุนและความดันมีผลอย่างยิ่งต่อการเพิ่มขึ้นและการกระจายอุณหภูมิเปลวไฟ เมื่อค่าความพอรุนและความดันสูงขึ้น อุณหภูมิและการกระจายอุณหภูมิเปลวไฟจะเพิ่มขึ้น สำหรับกรณีเปลวไฟอิสระ สามารถสรุปได้ว่า Model E เป็นหัวเผา วัสดุพอรุนที่มีการกระจายอุณหภูมิได้ดีที่สุด

ในกรณีเปลวไฟพุ่งชนได้ทำการเปรียบเทียบลักษณะเปลวไฟ พฤติกรรมการกระจายอุณหภูมิ และการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวพุ่งชนของหัวเผา Model A และ Model E โดยทดลองเปลวไฟพุ่งชนบนแผ่นเหล็กแม่พิมพ์ในช่วงความดัน $0.6 - 2.2$ bar และปรับระยะห่างจากปากทางออกของหัวเผา กับแผ่นเหล็ก (L) 3 ระยะ คือ 7 10 และ 13 cm วัดอุณหภูมิที่ด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นเหล็ก ด้วย thermocouple N-type และวัดก๊าซไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้ ได้แก่ CO, NOx ด้วย flue gas analyzer พบว่าอุณหภูมิที่กึ่งกลางแผ่นเหล็กของ Model A มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อระยะพุ่งชน L เพิ่ม

มากขึ้น สำหรับ Model E อุณหภูมิที่กึ่งกลางแผ่นเหล็กของ Model E จะสูงขึ้นเมื่อระยะพุ่งชน L มากขึ้น และเมื่อความดันสูงขึ้นการกระจายอุณหภูมิบนแผ่นเหล็กดีขึ้น หัวเผา Model E สามารถการกระจายอุณหภูมิตั้งบนแผ่นเหล็กได้ดีกว่า Model A ในทุก ๆ ความดัน ที่ความดัน 1 bar และระยะ L เท่ากับ 7 cm หัวเผา Model A และ E มีค่าฟลักซ์ความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 457.0 และ 558.3 kW/m² ตามลำดับ เมื่อนำหัวเผาไปใช้ในกระบวนการจริง (P = 1 bar) พบว่าเมื่อติดตั้ง Model E ที่ระยะ L 10 cm สามารถลดจำนวนหัวเผาที่ใช้งานลงได้ มีเปอร์เซ็นต์ผลประหยัดเชื้อเพลิงต่อชิ้นงานเท่ากับ 14.68 % และเมื่อทำการปรับปรุงหัวเผาวัสดุพอร์ซเลนให้มีขนาดทางออกของเปลวไฟใหญ่ขึ้น (Model F) พบว่าอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของแผ่นเหล็กสูงกว่า Model A และ E โดยอุณหภูมิจุดกึ่งกลางแผ่นเหล็กที่ความดัน 1 bar และระยะ L เท่ากับ 7 cm ของ Model A E และ F มีค่า 338.8 246.2 และ 419.0 °C ตามลำดับ และการปลดปล่อยมลพิษที่ความดัน 1 bar ซึ่งเป็นความดันที่ใช้งานจริงในกระบวนการ พบว่าหัวเผาวัสดุพอร์ซเลนปลดปล่อยมลพิษต่ำกว่าหัวเผาดั้งเดิม

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF A SMALL POROUS BURNER
 AUTHOR : PAILIN NAWCHAMPA
 DEGREE : MASTER OF ENGINEERING
 MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING
 ADVISOR : ASSOC. PROF. THANARATH SRIVEERAKUL, Ph.D.
 KEYWORDS : POROUS BURNER, POLY-ETHYLENE TANK FORMING PROCESS,
 DIFFUSION FLAME

This thesis is a parametric study of the working conditions, combustion characteristics including temperature, and physical characteristics of the free flame jet and impinging flame jet. The heat transfer on impinge surface, the environmental impact of a conventional burner (Model A) used in the forming process of a PE Plastic water tank, and a small porous burner were also investigated. The small porous burner was developed from a conventional LPG-diffusion flame burner that supplied ceramic balls as porous material.

In the case of free flame experiments, the porosity of the porous burners was adjusted to 4 different types: Model B, C, D, and E (corresponding to $\epsilon = 0.4398, 0.4776, 0.4907, \text{ and } 0.5790$, respectively). The LPG released pressure varied in the range of 0.2 - 2.2 bar. Temperature distributions along the flame length were measured by using thermocouple N-type probes and were recorded with a data logger. It was found that the flame length tended to increase with the increase of LPG pressure. The flame length of porous burner was longer than the conventional burner at all LPG pressures. At the LPG pressure of 1 bar, the conventional burner (Model A) provided the maximum flame temperature of 929.3 °C at 50 mm from the burner exit while the Model E-porous burner provided the maximum temperature equal to 917.9 °C at 200 mm from the exit of the burner. Porosity and LPG pressure were found to significantly affect the increase and distribution of the flame temperature. The higher the porosity and the LPG pressure were, the higher maximum flame temperature and the longer flame

length were obtained. From the free flame investigation, it can be concluded that the Model E-porous burner had the best temperature distribution.

In the case of impinging flame on mold steel, comparisons of the flame characteristics, temperature distributions, and surface heat transfers between the conventional burner (Model A) and the porous burner (Model E) were investigated. LPG pressure was varied in the range of 0.6 - 2.2 bar. The 3 impinging distances (L, the distance between the burner exit and the steel plate) were adjusted (7, 10 and 13 cm.). The surface temperatures at the front and the back of the plate were measured using thermocouple N-type. The emissions (including CO, and NOx) were measured by using a flue gas analyzer. The temperature at the center of the steel plate, when using Model A-burner, tended to decrease with the increase of impinging distance (L). For Model E-burner, the temperature at the center of the steel plate tended to increase with the increase of L. At higher pressures, the temperature distribution on the steel plate in the case of Model E-burner was improved. It was found that, Model E- burner provided better temperature distribution on the steel plate compared to the Model A-burner for every LPG pressure. At LPG pressure of 1 bar and impinge distance (L) of 7 cm, average heat flux on impinge surface obtained for Model A and E burners were 457.0 and 558.3 kW/m², respectively. When the Model E-burner was applied in the actual process (P = 1 bar), it was found that at an impinge distance of 10 cm, the number of the burners can be reduced. The percentage of fuel saving (per work piece) at 14.68% was the result. When modifying the porous burner to produce a larger flame exit (Model F), the temperature at the center of the steel plate was higher than Model A and E. At LPG pressure of 1 bar and impinge distance of 7 cm, Model A, E, and F burners provided the temperature at the center of the steel plate equal to 338.8 246.2 and 419.0 ° C, respectively. The emissions from the porous burners at LPG pressure of 1 bar (the actual operating pressure in the process) were found to be lower than the conventional burner.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตาประหยัดแก๊ส S-10 ที่มีการไหลแบบหมุนวนด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ผู้วิจัย : ภัทรารวรรณ ชิมชม

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุตต์ มัทธูจักษ์

คำสำคัญ : เตาประหยัดแก๊ส S-10, แก๊สแอลพีจี (LPG), พฤติกรรมการไหล, พฤติกรรมการเผาไหม้, พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตาประหยัดแก๊สที่มีการไหลแบบหมุนวน SB-10 กับเตาประหยัดแก๊ส S-10 แบบดั้งเดิม ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) ด้วยการจำลองแบบ 3 มิติร่วมกับการทดลอง โดยเตา SB-10 คือเตา S-10 ที่ถูกปรับมุมเอียงและมุมหมุนวนของรูทางออกของเตาในแนวที่ 6 และ 7 จากเดิมมุม 72° และ 0° เป็นมุม 26° และ 15° ตามลำดับ จากนั้นอิทธิพลของความดันของแก๊สแอลพีจีต่อพฤติกรรมการเผาไหม้ของเตา S-10 และ SB-10 จะถูกอธิบายและทำการเปรียบเทียบ ซึ่งพฤติกรรมการเผาไหม้จะถูกแสดงผลในรูปของเวกเตอร์ความเร็วและแถบสีอุณหภูมิ การจำลองจะถูกยืนยันผลกับการทดลองด้วยการวัดความเร็วของของไหลและอุณหภูมิการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังทำเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนและมลพิษของเตา S-10 และ SB-10 อีกด้วย จากการศึกษา พบว่าความเร็วของของไหลและการกระจายตัวของอุณหภูมิการเผาไหม้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเตาที่ได้จากแบบจำลองและการทดลองมีค่าความสอดคล้องกันโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 8.77 และ 8.84 เมื่อเทียบผลความเร็วและอุณหภูมิกับการทดลอง ตามลำดับ แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายพฤติกรรมการไหลและการเผาไหม้ของเตา S-10 และ SB-10 ได้อย่างชัดเจน และเมื่อความดันของ LPG เพิ่มขึ้น ความเร็วของแก๊สร้อน อุณหภูมิการเผาไหม้ และค่าฟลักซ์ความร้อนรวมจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 26.6 m/s, 1,493.70 K, 4.20 kW สำหรับเตา S-10 และมีค่าเท่ากับ 28.1 m/s, 1,393 K, 4.84 kW สำหรับ เตา SB-10 ที่ความดัน LPG เท่ากับ 30 psi โดยสัดส่วนโดยมวลของ CO มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0099 และ 0.0089 สำหรับเตา S-10 และ SB-10 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาทั้งสองจะมีค่าลดต่ำลง เมื่อความดันของ LPG มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา SB-10 มีค่าสูงกว่าเตา S-10 ที่ทุกความดัน โดยมีค่าสูงสุดร้อยละ 29.20 และ 28.57 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณ CO ของเตา SB-10 มีค่าน้อยกว่าเตา S-10 ซึ่งมีปริมาณ

สูงสุดเท่ากับ 308 ppm และ 284 ppm ตามลำดับ ในขณะที่เตาทั้งสองมีปริมาณ NO_x ไม่เกิน 60 ppm นอกจากนี้ ยังพบว่า ประสิทธิภาพเตา (Burner efficiency, η_b) จากการจำลองด้วย CFD และ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency, η_h) จากการทดลองของทั้งสองเตามีแนวโน้มความสอดคล้องกัน โดยเตา SB-10 มีประสิทธิภาพเตาสูงกว่าเตา S-10 เฉลี่ยร้อยละ 1.36 ในขณะที่ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าเฉลี่ยร้อยละ 0.83 (เปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานเท่ากับร้อยละ 3.26) และเมื่อคิดอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพเตาต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยพบว่า มีค่าเท่ากับ 1.63 ดังนั้น แบบจำลองของ CFD และประสิทธิภาพเตา (Burner efficiency, η_b) รวมถึงอัตราส่วนดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาประหยัดแก๊ส S-10 และเตาในรูปแบบอื่น ๆ ให้สูงขึ้นต่อไปได้ในอนาคต

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY OF COMBUSTION BEHAVIOR OF GAS-SAVING BURNER S-10 WITH SWIRLING FLOW USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

AUTHOR : PHATTHARAWAN CHIMCHOM

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. ANIRUT MATTHUJAK, Ph.D.

KEYWORDS : GAS-SAVING BURNER S-10, LPG, FLOW BEHAVIOR, COMBUSTION BEHAVIOR, COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

The objective of this research is to compare the combustion behavior of a swirling gas-saving burner SB-10 and a conventional gas-saving burner S-10 by using computational fluid dynamics (CFD) with a 3D-model simulation and experiments. The SB-10 was modified from the S-10 burner model. Its inclination angle and swirl angle at 6th and 7th row of port burners were adjusted from 72° and 0° to 26° and 15°, respectively. The effect of LPG pressure on the combustion behaviors of S-10 and SB-10 burners was described and compared. The combustion behavior was revealed through a velocity vector and temperature contour. The simulation results were verified with experimental results by measuring the flow velocity and combustion temperature. In addition, the thermal efficiency and emission of S-10 and SB-10 burners were compared. From the study, it was found that the CFD and the experimental results were coherent. When comparing the velocity and temperature measurement, their errors were less than 8.77% and 8.84%, respectively. The fluid flow and combustion behaviors of S-10 and SB-10 burners can be obviously described by this CFD model. When LPG pressure increased, hot gas velocity, the combustion temperature, and total heat flux also increased. At the LPG pressure of 30 psi, their maximum values were at 26.6 m/s, 1,493.70 K, and 4.20 kW for the S-10 burner and 28.1 m/s, 1,393 K, and 4.84 kW for the SB-10 burner, respectively. The maximum mass fraction of CO of S-10 and SB-10 were 0.0099 and 0.0089, respectively. However, thermal efficiencies of both

burners decreased, when LPG pressure increased. The thermal efficiency of SB-10 was higher than that of S-10, which were 29.20% and 28.57%, respectively. The CO of SB-10 burner was less than S-10 burner. The maximum CO of S-10 and SB-10 burners were 308 ppm and 284 ppm, respectively. NO_x of both burners were not over 60 ppm. Moreover, it was found that burner efficiency (η_b) obtained from CFD and thermal efficiency (η_{th}) obtained from the experiment of both burners tended to be coherent. The burner efficiency of SB-10 burner was higher than that of S-10 burner around 1.36% on average, while its thermal efficiency was higher around 0.83 on average (%Energy saving was about 3.26%). The ratio between the burner efficiency and the thermal efficiency was at 1.63. Therefore, the CFD model, burner efficiency, and the proposed ratio can be applied to design and improve the thermal efficiency of S-10 burner or other types of burners in the future.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การเปรียบเทียบคุณลักษณะการนำส่งยาของลำฟุ้งที่สร้างจากอุปกรณ์แบบ
หลักการกระแทกที่มีต้นกำเนิดจากแก๊สและสปริง

ผู้วิจัย : พลตรี วงษ์ประสานต์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

คำสำคัญ : ลำฟุ้งความเร็วสูง, หลักการกระแทก, PVDF, ความดันกระแทก

ปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์นำส่งยาด้วยลำฟุ้งความเร็วสูงด้วยแนวความคิดใหม่ในการสร้างลำฟุ้งที่เรียกว่า วิธีหลักการกระแทก ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า อุปกรณ์ให้กำเนิดลำฟุ้งที่มีสมรรถนะการนำส่งยาดีขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะและความดันกระแทกสูงสุดของลำฟุ้งของเหลวความเร็วสูงที่สร้างจากหลักการกระแทก เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับนำส่งยาผ่านผิวหนัง ลำฟุ้งสร้างจากอุปกรณ์ส่งยาที่ใช้ต้นกำเนิดจากสปริงและแก๊สเป็นกำลังขับเคลื่อน โดยทำการศึกษาอิทธิพลของโมเมนตัมการชนของลูกปืนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 - 1.1 kg.m/s เส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีด 0.2 และ 0.3 mm มีปริมาตรบรรจุ 0.2 และ 0.5 ml และตรวจสอบความเสียหายของเนื้อสุกรหลังการฉีดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากการศึกษาพบว่า ลำฟุ้งมีความดันกระแทกสูงสุดประมาณ 5 - 90 MPa โดยจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อโมเมนตัมของลูกปืนมีค่าเพิ่มขึ้น และปริมาตรบรรจุของหัวฉีดน้อยลง รูปแบบความดันกระแทกมีลักษณะผันผวน เนื่องจากลำฟุ้งมีลักษณะฉีดเป็นลูก ๆ หรือพัลส์ โดยพบปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นอย่างชัดเจนกับอุปกรณ์ที่ใช้ต้นกำเนิดจากแก๊สมากกว่าจากสปริง ซึ่งการฉีดเป็นพัลส์จะช่วยให้การเจาะและการจ่ายยาเข้าสู่เนื้อเยื่อได้ดี บทสรุปอุปกรณ์ที่ใช้ต้นกำเนิดจากแก๊สจะสร้างลำฟุ้งให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการนำส่งยาที่ดีกว่าที่ใช้ต้นกำเนิดจากสปริง

ABSTRACT

TITLE : COMPARISON ON DRUG DELIVERY CHARACTERISTICS OF JET INJECTION FROM GAS AND SPRING DEVICES

AUTHOR : PHONTREE WONGPRASAN

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. KULACHATE PIANTHONG, Ph.D.

KEYWORDS : HIGH-SPEED WATER JET, IMPACT DRIVEN METHOD, PVDF, JET IMPACT

Presently, a needle-free jet injection device has been developed with a new concept of jet generation called “impact driven method (IDM).” From the preliminary study, this device gave a better jet injection drug delivery performance. This research is to compare the characteristics and the impact pressure of the high-speed liquid jet which is generated based on the principle of Impact Driven Method (IDM) for the application of drug delivery through skins. The high speed liquid jet was generated from the IDM needle free- jet injection device with the use of springs and gas as the power sources. The projectile momentum of around 0.3 – 1.0 MPa was used with the nozzle at 0.2 and 0.3 of orifice diameter and volume of 0.2 and 0.5 ml. The skin damage after injection was investigated by the Scanning Electron Microscope. It was found that the device generated the maximum impact pressure of around 5 – 90 MPa. These increased when the momentum of the projectile increased and the volume of the nozzle container decreased. The impact pressure profiles were found highly fluctuated resulting from the pulsing characteristics during the injection. These phenomena were clearly seen with devices that used gas rather than a spring as power. Pulse characteristics enhanced the jet efficiency due to the better penetration and dispersion of the drugs into the tissue target. In summary, for the drug delivery, the gas-powered device provided better and appropriate characteristics of jet delivery that than of the jet powered by the spring.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนางจรปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบไวงาน สำหรับวงจร
เรียงกระแสสามเฟสด้วยการใช้คอนเวอร์เตอร์แบบสามระดับ

ผู้วิจัย : กชกร ศิริพันธ์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ประชา คำภักดี

คำสำคัญ : วงจรเรียงกระแสแบบเวียนนา, การควบคุมกระแส, การปรับศูนย์
ของสเปซเวกเตอร์

ในปัจจุบันการใช้งานเครื่องปรับอากาศได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและได้มีการนำเอาเทคโนโลยีอินเวอร์เตอร์ (Inverter) มาใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่อยู่ภายในคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ โดยที่ภายในอินเวอร์เตอร์นั้นมีวงจรเรียงกระแสเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะทำให้เกิดค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกกระแสที่เกินค่ามาตรฐาน IEC/EN 61000-3-2 และทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำลง

วงจรเรียงกระแสสามเฟสที่เหมาะสมในการลดทอนฮาร์มอนิกและปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้านั้นคือวงจรเรียงกระแสสามเฟสชนิดไวงาน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวิธีการควบคุมและการมอดูเลชันในการทำงาน โดยเลือกใช้วิธีการควบคุม 2 วิธีคือ 1.วิธีควบคุมกระแส 2.วิธีควบคุมไฟฟ้าทางตรง และเลือกใช้วิธีมอดูเลชัน 3 วิธีคือ 1.การปรับความกว้างของพัลส์โดยใช้สัญญาณสามเหลี่ยมแบบเลื่อนเฟส 2.การปรับความกว้างของพัลส์โดยใช้สัญญาณสามเหลี่ยมแบบเลื่อนระดับ 3.การปรับศูนย์ของสเปซเวกเตอร์ เพื่อหาวิธีลดค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกและปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม

จากการทดลองวงจรเรียงกระแสสามเฟสชนิดไวงานแบบเวียนนาโดยใช้วิธีการควบคุมกระแสและการมอดูเลชันแบบการปรับศูนย์ของสเปซเวกเตอร์พัลส์วิดมอดูเลชันซึ่งทดสอบกับโหลดมอเตอร์ที่พิกัดกำลัง 1.3 กิโลวัตต์ พบว่าสามารถลดทอนค่าความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกกระแสให้ลดลงเหลือเพียง 1.550% ซึ่งอยู่ในมาตรฐานฮาร์มอนิก IEC/EN 61000-3-2 อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของวงจรให้มีค่าเป็น 0.9997 และมีประสิทธิภาพของวงจรอยู่ที่ 96% ยังสามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านเอาต์พุตและควบคุมให้คงที่ได้ที่ 500 โวลต์

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF AN ACTIVE POWER FACTOR CORRECTION (APFC)
FOR THE THREE-PHASE RECTIFIER SYSTEM USING THREE-LEVEL
CONVERTERS

AUTHOR : KOTCHAKORN SIRIPHAN

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ELECTRICAL ENGINEERING

ADVISOR : PRACHA KHAMPHAKDI, Ph.D.

KEYWORDS : VIENNA RECTIFIER, CURRENT CONTROL, CENTER-ALIGNED SPACE
VECTOR PWM

Air conditioners have been growing drastically in its popularity nowadays. One of the most widely-used technologies in an air conditioning system is an inverter that functions as a regulator of a compressor motor. Moreover, since there is a rectifier circuit inside the system, it is possible that the value of the total harmonics distortion (THD) is higher than the limit of IEC/EN 61000-3-2 standard and can cause a decrease of power factor value.

The proper three-phase rectifier circuit used to lower harmonic distortion and better power factor is an active power factor correction (APFC) system. However, to make it applicable, it is essential to have a control method and a modulation method in the operation. The control methods can be either 1) a current control or 2) a direct power control, while the modulation method can be a 1) carrier-based phase-shift PWM, 2) carrier-based level-shift PWM or 3) center-aligned space vector PWM.

According to a test of active PFC vienna rectifier type circuit with 1.3 kW load motor by applying a current control as the control method and center-aligned space vector PWM as a modulation method, it was found that the total harmonics distortion was reduced to 1.550% which fell exactly among the harmonics standard IEC/EN 61000-3-2 values. Furthermore, the power factor was increased to 0.9997 with 96% of the circuit efficiency. In addition, DC-link voltage could be regulated at 500V with the ripple 0.6% at an acceptable value.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : แนวทางการวางแผนและดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับเมื่อพิจารณากำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน
- ผู้วิจัย : ปวรุตม์ กองสมบัติสุข
- ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมสันต์ ดาโรจน์
- คำสำคัญ : โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับ, ระบบกักเก็บพลังงาน, ปัญหาการจัดตารางการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า, พลังงานหมุนเวียน, การดำเนินการระบบไฟฟ้า

ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่มีความผันผวนต่อการควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าทำให้ต้องมีการปรับปรุงแนวทางการวางแผนและดำเนินการระบบเพิ่มเติมจากเดิมเพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาแนวทางการดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับในระบบไฟฟ้ากำลังเมื่อพิจารณากำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนโดยใช้กรอบการจัดตารางเดินเครื่องโรงไฟฟ้าร่วมกับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายของระบบ แล้วทดสอบวิธีการที่นำเสนอด้วยระบบทดสอบที่ประกอบด้วยโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน 10 โรง โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าพลังงานลม และโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับ ผลจากการจำลองจะแสดงให้เห็นว่าพลังงานทดแทนที่มีความผันผวนสูงส่งผลต่อการจัดตารางเดินเครื่องโรงไฟฟ้าและการดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับ

ABSTRACT

TITLE : PLANNING AND OPERATING PUMPED HYDRO STORAGE WITH
CONSIDER ACTIVE OF GENERATED POWER FROM RENEWABLE
ENERGY

AUTHOR : PAWARUT KONGSOMBATSUK

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ELECTRICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. KOMSON DAROJ, Ph. D.

KEYWORDS : PUMPED HYDRO STORAGE, STORAGE SYSTEM, UNIT COMMITMENT,
RENEWABLE ENERGY, OPERATION POWER SYSTEM

The impact of a high penetration level from fluctuating generations from renewable energy requires an additional methodology to improve the planning and operation of a power system for sustainable development in an energy sector. This thesis studied operational strategies of a pumped hydro storage plant in a power system considering the electricity generations from renewable energy. The overall framework used a unit commitment with a system marginal cost as a guide to operate the pumped hydro storage plant. The power plants consisted of 10 thermal power plants, a solar power plant, a wind power plant and a pumped hydro storage plant. The obtained results showed that the fluctuating power generations from renewable energy has an impact on the unit commitment and the operational strategy of the pumped hydro storage plant.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การออกแบบโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ ด้วยการแบ่งกลุ่มเคมिन และวิธีการเชิงพันธุกรรม

ผู้วิจัย : พิจิตรา พิศชวนชม

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.อธิพงษ์ สุริยา

คำสำคัญ : โครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ, อุปกรณ์แยกสัญญาณ, ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟด้วยการแบ่งกลุ่มเคมिन และวิธีการเชิงพันธุกรรม วัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดของระบบที่น้อยที่สุด ด้วยการประยุกต์ใช้ การแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการแบบเคมिन และการหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วย วิธีการเชิงพันธุกรรม วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการจำลองด้วยโปรแกรมแมตแล็บ โดยคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่างๆ ของระบบ เช่น ระยะทางของเส้นใยแก้วนำแสง จำนวนและอัตราการแยกสัญญาณของ อุปกรณ์แยกสัญญาณ และค่าลดทอนสัญญาณ นอกจากนี้ ทำการจำลองระบบและเปรียบเทียบ โทโพโลยีแบบต่าง ๆ เช่น ดาว, วงแหวน, ต้นไม้ และกำหนดค่าลดทอนสัญญาณจากชุมสายไปยัง บ้านเรือนของผู้ใช้บริการต้องไม่เกิน 25 เดซิเบล ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการออกแบบและวางแผน สามารถรองรับการใช้งานในอนาคต ถ้ามีจำนวนบ้านเรือนเพิ่มขึ้นในเขตพื้นที่ที่บริการ

ผลการจำลองระบบ จากตำแหน่งที่ตั้งจริงของผู้ใช้บริการจำนวน 1,000 บ้านเรือน ในเขต เทศบาลนครอุบลราชธานี อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ขนาดพื้นที่ 14.36 x 14.42 ตารางกิโลเมตร โดยการจำลองระบบด้วยโทโพโลยีทั้ง 3 แบบ โดยมีการแบ่งกลุ่ม 5 ลักษณะ ได้แก่ 30, 40, 50, 60, 70 กลุ่ม พบว่า แบบที่ 1 โทโพโลยีแบบดาว มีงบประมาณ 21.035, 21.082, 21.149, 21.203, 21.222 ล้านบาท และค่าลดทอนสัญญาณ 18.02, 17.62, 17.48, 17.41, 17.20 เดซิเบล ตามลำดับ แบบที่ 2 โทโพโลยีแบบวงแหวน มีงบประมาณ 2.619, 2.713, 2.767, 2.869, 2.886 ล้านบาท และค่าลดทอนสัญญาณ 30.26, 34.56, 36.31, 41.91, 44.54 เดซิเบล ตามลำดับ แบบที่ 3 โทโพโลยีแบบต้นไม้ มีงบประมาณ 2.577, 2.752, 3.033, 3.168, 3.192 ล้านบาท และค่าลดทอน สัญญาณ 16.19, 16.1888, 16.25, 15.59, 14.79 เดซิเบล ตามลำดับ

จากผลการจำลองระบบข้างต้น โทโพโลยีแบบต้นไม้มีแนวโน้มให้ค่างบประมาณที่น้อยที่สุด จึงมี การจำลองระบบเพิ่มเติมในรายละเอียด และพบว่า การแบ่งกลุ่มจำนวน 34 กลุ่ม ใช้งบประมาณน้อย ที่สุด เท่ากับ 2.665 ล้านบาท และมีค่าลดทอนสัญญาณ เท่ากับ 16.28 dB เมื่อเปรียบเทียบผลกับ

วิธีการที่ใช้ติดตั้งจริงในปัจจุบัน พบว่า การออกแบบระบบที่นำเสนอด้วยการแบ่งกลุ่มเคมีนและ
ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สามารถประหยัดงบประมาณได้ 28.14 เปอร์เซ็นต์ โดยยังสามารถครอบคลุม
พื้นที่ผู้ใช้บริการทั้งหมด และมีค่าลดทอนสัญญาณไม่เกิน 25 เดซิเบล ทำให้สามารถให้บริการได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ มีเสถียรภาพและยังสามารถรองรับความต้องการที่จะเกิดในอนาคตได้

ABSTRACT

TITLE : A DESIGN OF PASSIVE OPTICAL NETWORK USING K-MEAN CLUSTERING AND A GENETIC ALGORITHM

AUTHOR : PIJITTRA PISCHUANCHOM

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ELECTRICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. ATIPONG SURIYA, Ph.D.

KEYWORDS : PASSIVE OPTICAL NETWORK, SPLITTER, GENETIC ALGORITHM, K-MEAN CLUSTER

This thesis presents a design of a passive optical network using k-mean clustering and a genetic algorithm. The main objective was to find the minimum implementation cost by applying k-mean clustering to divide customers into separate clusters and a genetic algorithm to identify the optimal locations of splitter installation. The simulation was developed by MATLAB considering important system parameters; i.e., distances of installed optical fibers, the number of splitters, splitting ratio, and losses in the system. Moreover, the simulation and comparison among different network topologies including star topology, ring topology and spanning tree topology were accomplished under the requirement in which losses between the central office and customers' homes are not exceeding 25 dB. This simulation will be beneficial for network design and planning to support the increasing number of future customers in the service area.

The simulation was performed under the actual home locations of 1,000 customers located in Ubon Ratchathani City Municipality occupying 14.36 x 14.42 square kilometers. Three network topologies and five different numbers of clusters; i.e., 30, 40, 50, 60, 70 clusters were also considered. The results of the first topology, the star topology, revealed the implementation costs of 21.035, 21.082, 21.149, 21.203, 21.222 million Thai Baht and the losses of 18.02, 17.62, 17.48, 17.41, 17.20 dB, respectively. The results of the second topology, the ring topology, revealed the implementation costs of 2.619, 2.713, 2.767, 2.869, 2.886 million Thai Baht and the

losses of 30.26, 34.56, 36.31, 41.91, 44.54 dB, respectively. Finally, the results of the third topology, the spanning tree topology, revealed the implementation cost of 2.577, 2.752, 3.033, 3.168, 3.192 million Thai Baht and the losses of 16.19, 16.1888, 16.25, 15.59, 14.79 dB, respectively.

From the aforementioned results, the spanning tree topology tends to result in the least implementation cost; therefore, further investigation in more detail was also accomplished. It can be found that the spanning tree topology with 34 clusters of customers showed the least implementation cost of 2.665 million Thai Baht with the loss of 16.28 dB. Moreover, the proposed method using k-mean clustering and a genetic algorithm was able to reduce the implementation cost of approximately 28.14 % compared to the current installation method. The proposed method can cover all service areas of 1,000 customers with a loss of less than 25 dB. The operator is, therefore, able to service customers effectively with stable transmission. Moreover, some system margin is also sufficient for future customers in the service area.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การเปรียบเทียบรูปแบบการเสริมกำลังเสาสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก
ภายใต้แรงแบบวัฏจักร

ผู้วิจัย : เถียรชัย แสงวงศ์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ ชันติยวิชัย

คำสำคัญ : การเสริมกำลังเสาสะพาน, วิถีไฟไนต์เอลิเมนต์, แรงแบบวัฏจักร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเสาสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงแบบวัฏจักร โดยวิธีการเสริมกำลังกับเสาสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้เสริมกำลัง โดยใช้โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์งานทางวิศวกรรมด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยเทียบอิงกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการของเสาสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหน้าตัดของเสารูปสี่เหลี่ยมกว้าง 0.4 เมตร ยาว 0.4 เมตร และมีความสูง 1.35 เมตร เหล็กเสริมตามยาวเป็นเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร 16 เส้น เหล็กเสริมตามขวางเป็นเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร มีระยะห่างทุกๆ 50 มิลลิเมตร ตามแนวขวางของเสา เมื่อผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์มีความสอดคล้องกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้ว ได้นำแบบจำลองดังกล่าวไปปรับระยะเรียงเหล็กเสริมตามขวางให้เป็นเสาปกติทั่วไป หลังจากนั้นจึงทำการเสริมกำลังใน 4 รูปแบบ คือ การเสริมกำลังเสาด้วยแฉักเก็ตคอนกรีตเสริมเหล็ก การเสริมกำลังเสาด้วยแผ่นเหล็ก การเสริมกำลังเสาด้วยแผ่นโพลีเมอร์เสริมเส้นใยคาร์บอน และการเสริมกำลังเสาด้วยการเพิ่มความถี่เหล็กปลอก จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองพบว่าการเสริมกำลังเสามีผลให้เสาสามารถรับแรงด้านข้างได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมกำลังเสาด้วยวิธีที่ต่างกันจะให้ค่ากำลังรับแรงต่างกัน โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ วิธีการเสริมกำลังเสาด้วยแผ่นเหล็ก วิธีการเสริมกำลังเสาด้วยแผ่น โพลีเมอร์เสริมเส้นใยคาร์บอน วิธีการเสริมกำลังเสาด้วยแฉักเก็ตคอนกรีตเสริมเหล็ก และวิธีการเสริมกำลังเสาด้วยการเพิ่มความถี่เหล็กปลอก โดยเสาที่เสริมกำลังด้วยแผ่นเหล็กรับแรงได้มากที่สุด 165.74 กิโลนิวตัน ซึ่งประสิทธิภาพการเสริมกำลังเพิ่มขึ้นถึง 61.35 % เทียบกับเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่มีการเสริมกำลัง

ABSTRACT

TITLE : COMPARISON OF STRENGTHENING METHODS OF CONCRETE
BRIDGE COLUMNS UNDER CYCLIC LOAD

AUTHOR : THEANCHAI SANWONG

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : CIVIL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTISAK KUNTIYAWICHAJ, Ph.D

KEYWORD : CONCRETE BRIDGE COLUMN STRENGTHENING, FINITE ELEMENT
METHOD, CYCLIC LOAD

The objective of this research was to compare the strengthening methods on the efficiency of columns under cyclic load using the finite element technique. First, the model validation was carried out by comparing test results obtained from literature on reinforced concrete bridge columns with the cross section of the square columns of 0.4 meters, width of 0.4 meters and height of 1.35 meters, 16 strands of deformed bar of longitudinal reinforcing steel with a diameter of 13 mm., diameter of 6 mm. and spaced every 50 mm. across the column. When the analysis results with the finite element model were consistent with the results of the laboratory tests, the aforementioned model was used to adjust the cross-sectional reinforcing distance to form a normal column. After that, the power of column strengthening was reinforced in 4 forms including concrete jacketing, steel jacketing, CFRP strengthening, and reducing stirrup spacing. From the strengthening of columns, it was found that the lateral resistibility of columns increased. In addition, the different strengthening methods resulted in a different lateral resistibility arranged in a descending order as steel jacketing, CFRP strengthening, reinforced concrete jacketing and reducing stirrup spacing, respectively. Strengthening by steel jacketing showed the highest increase of lateral resistibility about 61.35%.

บทคัดย่อ

เรื่อง : แผนที่เตือนภัยน้ำท่วมลุ่มน้ำลำโดมใหญ่
 ผู้วิจัย : อองอาจ แสนอุบล
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ วังไพศาล
 คำสำคัญ : น้ำท่วม, เขื่อนลำโดมใหญ่, ลุ่มน้ำลำโดมใหญ่, แผนที่เตือนภัย, แบบจำลอง
 คณิตศาสตร์ MIKE 11

ลุ่มน้ำลำโดมใหญ่เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำมูล ด้วยสภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำที่เป็นแอ่งบริเวณท้ายน้ำติดกับแม่น้ำมูล จึงเป็นพื้นที่ที่ถูกลูกน้ำท่วมทุกปี งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์อุทกภัยที่เกิดขึ้นในแม่น้ำลำโดมใหญ่บริเวณเหนือและท้ายเขื่อนลำโดมใหญ่ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณตอนท้ายของลุ่มน้ำ วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้คือศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของน้ำหลากจากน้ำท่วม กรณีศึกษามีเขื่อน ไม่มีเขื่อนลำโดมใหญ่ กรณีศึกษาการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาด้วยโครงสร้างทางชลศาสตร์ โดยการจำลองการเกิดน้ำท่วมประวัติการณ์ปี พ.ศ.2556 ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 มาประยุกต์ใช้ พร้อมกันนี้ได้ใช้เทคนิค Flood Channel จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อสร้างแผนที่เตือนภัยน้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 2, 5, 10, 25 และ 100 ปี เพื่อใช้ในการเตือนภัยและการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุน้ำท่วมเกิดจากปริมาณฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นหลัก กรณีที่ไม่มีเขื่อนลำโดมใหญ่จะมีระดับน้ำสูงสุดอยู่ที่ +115.25 ม.รทก. เท่ากันกับในกรณีที่มีเขื่อนลำโดมใหญ่ โดยระดับน้ำจะสูงกว่าตลิ่ง (+112.00 ม.รทก.) เท่ากับ 3.25 เมตร โดยปริมาณน้ำที่ล้นตลิ่งจะท่วมแผ่พื้นที่จนถึงระดับ +115.25 ม.รทก. แสดงให้เห็นว่ากรณีมีเขื่อนและไม่มีเขื่อนลำโดมใหญ่ ไม่มีผลกระทบต่อระดับน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วมโดยรอบ และในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมด้วยโครงสร้างทางชลศาสตร์ โดยเมื่อจำลองให้มีประตูควบคุมการระบายน้ำห้วยข้าวสาร พบว่าไม่มีผลหรืออิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมในแม่น้ำลำโดมใหญ่ จากการวิเคราะห์แผนที่เตือนภัยน้ำท่วมพบว่า พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจะแปรผันตามคาบการเกิดซ้ำ โดยในเขตพื้นที่ศึกษาที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 2 ปี มีพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คาบการเกิดซ้ำที่ 5, 10, 25 และ 100 ปี มีพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่เขตเกษตรกรรมมากที่สุด

ABSTRACT

TITLE : FLOOD WARNING MAP IN LAMDOMYAI BASIN
 AUTHOR : ONGART SAENUBON
 DEGREE : MASTER OF ENGINEERING
 MAJOR : CIVIL ENGINEERING
 ADVISOR : ASST. PROF. THAVEESAK VANGPAISAL, Ph.D.
 KEYWORDS : LAMDOM YAI DAM; LAMDOM YAI BASIN; FLOOD WARNING MAP;
 MIKE 11

Lamdom Yai Basin is a sub-basin of the Mun River Basin. The lowland area at the downstream of the basin is frequently flooded. The analysis of flood in Lamdom Yai Basin at Lamdom Yai Dam area is needed. The objective of this study was to determine the flood routing at the upstream and the downstream of the dam. The 2013 severe flood situation was used as the base case to determine the effect of Lamdom Yai Dam on the flooding in the area. The flood maps with the return periods of 2, 5, 10, 25 and 100 years were created using the 1-Dimensional flood model together with the Flood Channel techniques on MIKE11 model.

It was found that the maximum flood water level in the base case was +115.25 m.msl in both cases with and without Lamdom Yai Dam. The flood water level was up to 3.25 m. (+ 112.00 m.msl.) above the river bank. The study results indicated that Lamdom Yai Dam had no influence on the flooding in the area. The proposed flood control gate in Huai Kao Sarn tributary was also ineffective in flood mitigation. In addition, the flood area varied with the flood return periods. For the flood return period of 2 years, the most flood risk areas were forest areas followed by agricultural areas, miscellaneous spaces, and urban and community areas, respectively. For the flood return periods of 5, 10, 25 and 100 years, the most vulnerable areas to flooding were the agricultural areas.

บทคัดย่อ

เรื่อง : พฤติกรรมรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลลูลาร์ภายใต้แรงแบบวิถุจักร
 ผู้วิจัย : อติศักดิ์ กกแก้ว
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ ชันติยวิชัย
 คำสำคัญ : รอยต่อคาน-เสา, คานแบบเซลลูลาร์, ไฟไนต์เอลิเมนต์, การเสริมกำลังของ
 รอยต่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลลูลาร์ภายใต้การกระทำของแรงแบบวิถุจักร โดยการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยรูปแบบการเสริมกำลังและการลดขนาดของปีกคาน ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลลูลาร์ ภายใต้แรงแบบวิถุจักรที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงกับผลการทดลองที่ค้นคว้าจากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งผลการสอบเทียบพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5.4 % หลังจากนั้นทำการศึกษาพฤติกรรมรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลลูลาร์ 6 รูปแบบ ได้แก่ 1) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบปกติ (model 1) 2) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบลดหน้าตัด (model 2 RBS) 3) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบปกติที่เสริม Stiffener ที่เสา 2 ช่วง (model 3) 4) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบลดหน้าตัดที่เสริม Stiffener ที่เสา 2 ช่วง (model 4 RBS) 5) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบปกติที่เสริม Stiffener ที่เสา 3 ช่วง (model 5) 6) รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์แบบลดหน้าตัดที่เสริม Stiffener ที่เสา 3 ช่วง (model 6 RBS) ผลการวิเคราะห์พบว่า การเสริม Stiffener ให้รอยต่อคาน-เสาแบบเซลลูลาร์มีผลให้เสาสามารถรับโมเมนต์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริม Stiffener ด้วยรูปแบบที่ต่างกันจะให้ค่ากำลังรับโมเมนต์ต่างกัน ทั้งนี้การเสริม Stiffener ที่เสาสามารถเพิ่มกำลังรับโมเมนต์เพิ่มขึ้นในช่วง 16-20 % โดยการเสริม Stiffener ที่เสา 3 ช่วง จะส่งผลให้ค่า Max Von Mises เกิดที่บริเวณคานแตกต่างจากที่เสริมเพียง 2 ช่วง ที่จะเกิดในเสา ในส่วนการลดขนาดของปีกคานพบว่าไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการเสริมกำลังของรอยต่อคาน-เสา ของคานแบบเซลลูลาร์ โดยการเสริม Stiffener ที่เสานั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของรอยต่อ

ABSTRACT

TITLE : BEHAVIOR OF BEAM-TO-COLUMN CONNECTION OF CELLULAR BEAMS UNDER CYCLIC LOAD

AUTHOR : ADISAK KOKKAEW

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : CIVIL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTISAK KUNTIYAWICHAJ, Ph.D.

KEYWORD : BEAM-TO-COLUMN CONNECTION, CELLULAR BEAM, FINITE ELEMENT, CONNECTION STRENGTHENING

The objective of this research was to study the behavior of beam-to-column connection of cellular beams under cyclic load using the finite element method. The parameters considered in this study were the strengthening method and the reduced beam section method. At first, the model validation was carried out by comparing it with the test results obtained from literatures. The comparison of the test results showed good agreement with 5.4 % of differences. After that, the FE analyses of 6 different models were investigated including 1) Regular beam-to-column connection (model 1), 2) Regular beam-to-column connection with reduced beam section (model 2 RBS), 3) Beam-to-column connection with strengthening 2 positions at column web (model 3), 4) Beam-to-column connection strengthening 2 positions at column web with a reduced beam section (model 4 RBS), 5) Beam-to-column connection strengthening 3 positions at column web (model 5) and 6) Beam-to-column connection strengthening 3 positions at column web with reduce beam section (model 6 RBS). The results showed that strengthening at the column web enhanced the moment capacity of connections between 16-20 %. By comparing the location of Max Von Mises stress between 2 and 3 positions column web strengthening, it occurred at the column web and the first hole of cellular beam, respectively. Moreover, the reduced beam section method has no significant effect on the beam-to-column behavior. Therefore, it can be concluded that the strengthening at the column web enhances the moment capacity of the beam-to-column connection.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยจุลสาหร่ายสีเขียวสายพันธุ์คลอโรคอคคัม ฮิวมิโกลา
 ผู้วิจัย : ณกรณ์ เทียงภักดี
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย กัญญาธ
 คำสำคัญ : น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์, จุลสาหร่าย, จลนศาสตร์, เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ

การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายเป็นแนวทางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยจุลสาหร่ายจะใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนรวม (TN) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ในน้ำเสียและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโดยจุลสาหร่ายในการสังเคราะห์แสง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนาแน่นเริ่มต้นของเซลล์จุลสาหร่ายที่เหมาะสม จลนศาสตร์การเจริญเติบโตของจุลสาหร่ายและประสิทธิภาพในการกำจัด TN และ TP ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ด้วยจุลสาหร่าย *Chlorococcum humicola* ที่เพาะเลี้ยงในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพใช้แสงแบบ BCPBR น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ศึกษามีองค์ประกอบหลักเช่นเดียวกับน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดในขั้นตอนทุติยภูมิ ผลการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายในขวดรูปชมพู่ภายใต้สภาวะแบบกะ 14 วัน พบว่าความหนาแน่นเริ่มต้นซึ่งมีค่า OD เท่ากับ $0.3 (5.88 \times 10^6 \pm 0.29 \times 10^6 \text{ cell/mL})$ มีความเหมาะสมมากที่สุดสามารถกำจัด TN และ TP ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเท่ากับ 6 วัน โดย μ เท่ากับ 0.237 day^{-1} การประเมินค่าพารามิเตอร์ μ_{\max} ของแบบจำลองจลนศาสตร์การเจริญเติบโตของจุลสาหร่ายสำหรับกรณีที่ OD เริ่มต้นเท่ากับ 0.1, 0.3 และ 0.5 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.263, 0.655 และ 0.625 day^{-1} ตามลำดับ โดยแบบจำลองจลนศาสตร์ให้ผลการทำนายการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับผลการทดลองเฉพาะกรณีที่ OD มีค่าเท่ากับ 0.3 และ 0.5 การทำนายปริมาณของ TN และ TP ในน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์โดยใช้สมการของ Luedeking-Piret-Like ให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างแตกต่างจากผลการทดลอง การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายแบบกะใน BCPBR เพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์โดยใช้ OD เริ่มต้นเท่ากับ 0.3 สามารถกำจัด TN และ TP ได้มากถึงร้อยละ 63.60 และ 85.60 ณ วันที่ 6 ของการเพาะเลี้ยง ตามลำดับ ในขณะที่การเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะแบบกึ่งต่อเนื่องนั้นสามารถกำจัด TN และ TP เฉลี่ยร้อยละ 56.0 ± 0.14 และ 83.20 ± 0.51 ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการเพาะเลี้ยงใน BCPBR ภายใต้สภาวะแบบกึ่งต่อเนื่องนั้นมีค่าเฉลี่ยของ μ P_{overall} และ P_B ใกล้เคียงกับกรณีที่เพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะแบบกะแสดงให้เห็นว่าการขยายความสามารถในการบำบัดน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์สามารถทำได้โดยการเพาะเลี้ยงสภาวะแบบกึ่งต่อเนื่อง

ABSTRACT

TITLE : TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER USING GREEN
MICOALGAE *CHLOCOCCUM HUMICOLA*

AUTHOR : NAKON THAINPAKDEE

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. CHATCHAI KUNYAWUT, Ph.D.

KEYWORD : SYNTHESIS WASTEWATER, MICROALGAE, KINETICS,
PHOTOBIOREACTOR

Culture of microalgae is an environmentally friendly way to treat community wastewater. The total nitrogen (TN) and phosphorus (TP) compounds in the wastewater and CO₂ in the air will be assimilated by microalgae in photosynthesis. The objectives of this research were to determine the optimum initial cell density, growth kinetic parameters, and removal efficiency of TN and TP of synthetic domestic wastewater with *Chlorococcum humicola*. The synthetic wastewater used had the same compounds as the secondary treatment domestic wastewater. The results obtained from batch cultivation in a 500 ml conical flask revealed that the optimum OD was 0.3 ($5.88 \times 10^6 \pm 0.29 \times 10^6$ cell/mL). TN and TP remaining in the synthetic wastewater were complied with the disposal wastewater standard within 6 days with the highest μ of 0.237 day^{-1} . The estimated parameters of the logistic growth model (μ_{\max}) were 0.263, 0.655 and 0.625 day^{-1} for the OD of 0.1, 0.3 and 0.5, respectively. The predicted results for the growth of the microalgae were close to the experimental results only for the case with the higher initial OD of 0.3 and 0.5. However, the TN and TP consumption results predicted by the Luedeking-Piret-Like equation were unsatisfactory compared to those obtained from the experiments. Under BCPBR batch cultivation, the removal efficiencies of TN and TP on the 6th day were 63.60 and 85.60 %, respectively. While the average removal efficiencies of TN and TP for the semi-continuous condition were 56.00 ± 0.14 and 83.20 ± 0.51 %, respectively. Moreover, the average parameters of μ , P_{overall} and P_B obtained from both culture conditions were slightly different. Thus,

the increase of wastewater treatment capacity could be performed by the semi-continuous conditions.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การดูดซับแอมแกเนียนีส(II) โดยใช้ฟิล์มคอมโพสิตเพคตินจากเปลือก *Hylocercus undatus*
 ผู้วิจัย : ณิชฎกานต์ ภูใหม่
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ อัมพูช
 คำสำคัญ : การดูดซับ, ฟิล์มคอมโพสิต, แอมแกเนียนีส(II), เพคติน, แร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์

การปนเปื้อนแอมแกเนียนีสในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเป็นปัญหาหนึ่งด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ การกำจัดแอมแกเนียนีสจากน้ำทิ้งด้วยกระบวนการดูดซับ เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีประสิทธิภาพการกำจัดสูง รวดเร็ว และไม่ซับซ้อน โดยตัวดูดซับควรเป็นวัสดุธรรมชาติ มีต้นทุนต่ำ และมีความสามารถในการดูดซับสูง ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง (*Hylocercus undatus*) เป็นตัวดูดซับ เพคตินสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มจึงสะดวกต่อเก็บเกี่ยวหลังเสร็จการดูดซับ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาดัดแปรเป็นฟิล์มคอมโพสิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับได้ด้วย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่ การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มคอมโพสิตธรรมชาติ (CN film) ซึ่งดัดแปรฟิล์มเพคตินด้วยแร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์ (MMT) และการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดแอมแกเนียนีสด้วย CN film

ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของ PN film, MMT และ CN film พบว่าพื้นที่ผิวจำเพาะของ PN film, MMT และ CN film คือ 5.04 m²/g, 39.8 m²/g และ 3.46 m²/g ตามลำดับ ขนาดรูพรุนเฉลี่ยของ PN film, MMT และ CN film คือ 1.80 × 10¹ nm, 1.80 × 10¹ nm และ 1.79 × 10¹ nm ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ไออาร์สเปกตราด้วยเทคนิค FTIR ของ CN film มีการปรากฏของหมู่ฟังก์ชัน Si-O-Si stretching ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของ MMT ยืนยันการปรากฏของแร่ดิน MMT ในฟิล์มคอมโพสิต ผลการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของ CN film พบว่ามีอนุภาคของ MMT ปรากฏในแผ่นฟิล์มคอมโพสิต พื้นที่ผิวของ CN film มีประจุเป็นศูนย์ที่พีเอช 4.0 และผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อน พบว่าน้ำหนักของฟิล์มทั้งหมดนั้นมีแนวโน้มลดลงเป็นช่วง ๆ ตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การสูญเสียน้ำหนักของ PN film เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ที่ 1000 °C ขณะที่ CN film ยังคงเหลือน้ำหนักร้อยละ 20

ผลการศึกษาการดูดซับแบบกะ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดแอมแกเนียนีส(II) ของ PN film, MMT และ CN film เท่ากับร้อยละ 10, 41.66 และ 22.21 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุดของ CN

film คือ ร้อยละ 39.69 เกิดที่พีเอช 6.0 อุณหภูมิ 65 °C ไอโซเทอมการดูดซับมีความสอดคล้องกับไอโซเทอมแบบฟรุนดิชมากกว่าไอโซเทอมแบบแลงเมียร์ อัตราการดูดซับมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 50 นาทีแรก และเข้าสู่สมดุลภายใน 180 นาที และอัตราการดูดซับสอดคล้องกับสมการอัตราการดูดซับอันดับสองเทียม จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า CN film เป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมงกานีสจากน้ำทิ้ง

ABSTRACT

TITLE : ADSORPTION OF MANGANESE(II) USING COMPOSITE PECTIN FILMS FROM DRAGON FRUIT PEEL (*HYLOCERCUS UNDATUS*)

AUTHOR : NUTTHAKAN POOMAI

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAKKRIT UMPUCH, Ph.D.

KEYWORDS : ADSORPTION, COMPOSITE FILM, MANGANESE (II), PECTIN, MONTMORILLONITE CLAY

Manganese (II) contamination in industrial effluents discharged to natural water resources is one of the most important environmental problems. The removal of manganese (II) from the effluents by adsorption technique remains an interesting method to use in terms of its high efficiency, rapidness and ease of operation. The adsorbent should be a natural material, low cost, and of high adsorption capacity. Therefore, pectin extracted from *Hylocercus undatus* was used as an adsorbent. Pectin can form a natural pectin film (PN film) that is easy to remove after the adsorption process. Additionally, the pectin film can be modified as a natural composite film (CN film) to enhance the adsorption capacity. The objectives of this research are to study the characteristics of the adsorbents and to determine the factors affecting Manganese (II) removal by using CN film.

In terms of the characteristics of PN film, MMT and CN film, their specific surface areas are 5.04 m²/g, 39.8 m²/g and 3.46 m²/g, respectively. The average pore sizes are 1.80 x 10¹ nm, 1.80 x 10¹ nm and 1.79 x 10¹ nm, respectively. For the IR spectra of CN film, a functional group of Si-O-Si stretching was found. The Si-O-Si stretching was a functional group of MMT. This result confirms the composition of MMT on the composite film. For the morphology of the composite film, small particles were found on the surfaces. The point of zero charge of the composite film is at the pH of 4.0. In terms of the thermogravimetric analysis, it shows that the weight of all films decreased

periodically with an increase of temperature. The weight loss of the PN film is completed at 1000 °C while that of CN film remains at 20 percent.

The batch adsorption results show that the percent of manganese (II) removal capacity of PN film, MMT and CN film are 10, 41.66 and 22.21%, respectively. The highest percent of the CN film removal capacity is 39.69% at a certain condition of the pH of 6.0 and the temperature of 65 °C. The adsorption behaviors fitted with Freundlich Isotherm better than that of Langmuir Isotherm. The adsorption rate was rapid during the first 50 minutes and then reached equilibrium at 180 minutes. The adsorption rate follows the pseudo-second order equation. It can be concluded that the CN film is an effective adsorbent for Manganese (II) removal from the effluents.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การประเมินคุณภาพน้ำในห้วยตองแหวด หมู่บ้านโนนแดง ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
- ผู้วิจัย : พิชานันท์ กุจะพันธ์
- ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ อัมพูช
- คำสำคัญ : การประเมินคุณภาพน้ำ, ห้วยตองแหวด, ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ

การค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในห้วยตองแหวด บริเวณที่น้ำไหลผ่าน หมู่บ้านโนนแดง ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี สำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจในการทำระบบประปาหมู่บ้าน บ้านโนนแดง โดยองค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ใหญ่ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 จุดรับน้ำจากห้วยตองแหวด เขตบ้านหนองไข่นก ตำบลโพธิ์ใหญ่ จุดที่ 2 จุดที่น้ำไหลผ่านบ้านเรือนริมฝั่งห้วยตองแหวด และจุดที่ 3 จุดที่น้ำไหลผ่านสวนยางพารา (ท้ายน้ำ) ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) ใช้เดือนมีนาคมและเมษายน 2562 เป็นตัวแทน เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) ใช้เดือนกรกฎาคมและสิงหาคม 2562 เป็นตัวแทน เก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 2 ครั้ง โดยศึกษาคุณภาพน้ำ 14 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลาย (DO) ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) ไนเตรทในหน่วยไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) แอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน ($\text{NH}_3 - \text{N}$) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และโครเมียม (Cr)

ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 29.95 – 30.90 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 5.91 – 6.21 ออกซิเจนละลายมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 7.76 – 8.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 1.48 – 1.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 2,950 – 25,862.50 เอ็ม.พี.เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 916.25 – 3,562.50 เอ็ม.พี.เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร ไนเตรทในหน่วยไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 0.04 – 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 0.05 – 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแมงกานีสมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บ

ตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 0.04 – 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสังกะสีมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ อยู่ในช่วง 0.02 – 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในช่วง 0.051 – 0.052 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม มีค่าเป็นศูนย์ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา โดยเฉลี่ยทั้งหมดพบว่า มีเพียงค่าความเป็นกรด-ด่าง ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม สังกะสี และแคดเมียม ที่มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ส่วนการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (WQI) พบว่า คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน พบว่า เดือนมีนาคม มีคุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี เดือนเมษายน กรกฎาคม และสิงหาคม มีคุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยพารามิเตอร์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 คือ ค่าความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของเสียจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การทำเกษตรกรรม น้ำทิ้งจากครัวเรือน เป็นต้น

ABSTRACT

TITLE : THE ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF TONG WAET CREEK,
NON DAENG VILLAGE, PHO YAI SUB-DISTRICT, WARINCHAMRAP
DISTRICT, UBON RATCHATHANI PROVINCE

AUTHOR : PICHANUN KUJAPUN

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF.CHAKKRIT UMPUCH, Ph.D.

KEYWORDS : ASSESSMENT OF WATER QUALITY, TONG WAET CREEK, WATER
QUALITY INDEX

The objective of this study was to investigate the water quality in Tong Weat Creek where water flows through Non Daeng Village, Pho Yai Sub-district, Warinchamrab District, Ubon Ratchathani Province. The information from the study was used by the Pho Yai Sub-district Administration Organization during their decision making process to construct a water supply system in the Non Daeng Village. Water samples were collected from 3 points. The first point was at the front area of the creek in Nong Khai Nok Village in Pho Yai Sub-district. The second point was at the water flow area where houses are located along the bank of Tong Weat creek. The third point was where the water flows in the rubber farm area (downstream). In the northeast monsoon season (dry season), data were collected once a month from March to April 2019 as a sampling period. In the southeast monsoon season (rainy season), data were collected twice a month during July to August 2019 as a sampling period. The water quality was measured using 14 parameters including temperature, pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total coliform bacteria (TCB), fecal coliform bacteria (FCB), nitrate in the nitrogen unit ($\text{NO}_3^- - \text{N}$), ammonia in the nitrogen unit ($\text{NH}_3 - \text{N}$), copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn), cadmium (Cd), lead (Pb), and chromium (Cr).

The study indicated that the average temperature of each water collection point was in the range of 29.95 – 30.90 degrees Celsius. The average pH of each water collection point was in the range of 5.91 – 6.21 and dissolved oxygen was 7.76 – 8.10

mg per liter. The study also found that the biochemical oxygen demand of each water sampling point was in the range of 1.48 – 1.92 mg per liter, total coliform bacteria count was in the range of 2,950 – 25,862.50 MPN per 100 ml, the fecal coliform bacteria average was at 916.25 – 3,562.50 MPN per 100 ml, the nitrate in the nitrogen unit was in the range of 0.04 – 0.17 mg per liter, the ammonia in nitrogen unit was in the range of 0.05 – 0.09 mg per liter, the manganese average value was in the range of 0.04 – 0.05 mg per liter, the zinc value was in the range of 0.02 – 0.04 mg per liter, the cadmium was in the range of 0.051 – 0.052 mg per liter while the copper, lead, and chromium value was zero at all water sampling points. Overall, the study found that only the pH, biochemical oxygen demand, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, zinc and cadmium value did not meet the Water Quality Standards of Surface Water Source Type 3. For the assessment of water quality using the Surface Water Quality Index (WQI), it was found that the overall water quality was in the moderate criteria. When considering each month individually, it was found that the water quality in March was at a good level and the quality of water were at a moderate level in April, July, and August. However, due to waste contamination caused by human activities such as farming and household waste, biochemical oxygen demand, total coliform bacteria, and fecal coliform bacteria ultimately did not meet the Water Quality Standards of Surface Water Source Type 3.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาประสิทธิภาพและการวางแผนกระบวนการผลิตชิ้นงานสามมิติ ด้วยเครื่อง FDM ภายใต้การวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย

ผู้วิจัย : กิตติ วิเศษลา

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.กสิณ รังสิกรรพุม

คำสำคัญ : การตัดสินใจแบบหลายปัจจัย, การวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล, เทคนิคการเรียงลำดับการตัดสินใจ, ประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์, การพิมพ์ชิ้นงานแบบสามมิติ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ (3DP) โดยพิจารณาปัญหาการเลือกตำแหน่งบนเครื่อง 3DP จากการออกแบบการทดลองปัจจัยทางด้านทิศตามแกน X และ Y และด้านตำแหน่งของฐานแป้นพิมพ์ (หน้า-F, กลาง-M, หลัง-B, ซ้าย-L, และขวา-R) โดยกำหนดความหนาแน่นของชิ้นงานที่ 25%, 50%, และ 100% และทำซ้ำสองครั้งในแต่ละการทดสอบรวม 36 การทดลองนั่นคือ ด้านหน้าแกน X 6 ชั้น ตรงกลางแกน X 6 ชั้น ด้านหลังแกน X 6 ชั้น ด้านซ้ายแกน Y 6 ชั้น ตรงกลางแกน Y 6 ชั้น และด้านขวา Y 6 ชั้น โดยพิจารณาจากปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการผลิต ด้วยวัสดุ ABS แบบเทคโนโลยีหัวฉีด Fused Deposition Modeling (FDM) จากปัจจัยนำเข้าสามปัจจัย ได้แก่ปริมาณวัสดุที่ใช้ ต้นทุนในการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิต และปัจจัยนำออกห้าปัจจัย ได้แก่ค่าความเรียบผิว ค่าความเที่ยงตรง ค่า% การยึดตัว ค่าทนแรงดึง และค่าความแข็ง ซึ่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล (DEA) พบว่ากลุ่มที่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 มี 15 หน่วยการทดลอง (DMU) และอีก 3 DMU มีค่าน้อยกว่า 1 จากนั้นจึงใช้เทคนิค Bodar count และเทคนิคการเรียงลำดับการตัดสินใจ (TOPSIS) ในการแยกแยะเพื่อหาทางเลือกตำแหน่งการผลิตที่เหมาะสมที่สุดซึ่งพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดคือ DMU ที่ 2 มีค่าคะแนนเท่ากับ 0.7437 โดยเป็นการผลิตที่ระดับความหนาแน่นที่ 25% ในแนวแกน X ตำแหน่งตรงกลางของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตสำหรับงาน 3DP ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในอนาคตต่อไป

ABSTRACT

TITLE : AN INVESTIGATION OF EFFICIENCY AND PROCESS PLANNING IN 3D FUSED DEPOSITION MODELING UNDER MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS

AUTHOR : KITTI WISESLA

DEGREE : MASTER DEGREE

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : KASIN RANSIKARBUM, Ph.D.

KEYWORDS : MULTI-CRITERIA DECISION MAKING (MCDM), DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA), TECHNIQUE FOR ORDER OF PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS), RELATIVE EFFICIENCY, THREE-DIMENSIONAL PRINTING

This research examines process planning issue of three-dimensional printing (3DP) by focusing on the printer location problem. We evaluate 36 testing specimens fabricated using Fused Deposition Modeling (FDM) 3D-printed Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS). The designed experiment is conducted with specimens' density at 25, 50, and 100 percent based on the X and Y direction as well as the location of the printer at the front (F), the middle (M), the back (B), the left (L), and the right (R) with two replicates for each scenario. That is, the experimental trials are from 'XF-axis' 6 trials, 'XM-axis' 6 trials, 'XB-axis' 6 trials, 'YL-axis' 6 trials, 'YM-axis' 6 trials, and 'YR-axis' 6 trials. Next, relative efficiency of each decision making unit (DMU) is analyzed based on three input criteria (i.e., the amount of material, production cost, and production time) and five output criteria (i.e., surface smoothness, % accuracy, % elongation, tensile strength, and hardness) using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. Fifteen DMUs are found to have the efficiency score of 1 and the other 3 are lesser than 1. Then, we treat the efficiency as one more criterion and use Bodar count and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) techniques to analyze the best alternative and find that DMU 2 with a score of 0.7437 produced using 25%-density level at the XM position is recommended. The results

from this research can be further applied for effective production planning for 3DP in the future.

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การศึกษาประสิทธิภาพของตลาดสดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบ ข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น
ผู้วิจัย	: ชีวภาพ ไชยพันธ์
ชื่อปริญญา	: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.กสิณ รังสิกรรพุม
คำสำคัญ	: การวางแผนผังตลาดสด, กระบวนการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, การวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล, การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาโล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินงานของตลาดสดและวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนผังตลาดอาหารปลอดภัย โดยใช้ตัวแทนตลาดสดกรณีศึกษาที่กำกับโดยภาครัฐและเอกชน จังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ ตลาดสดเทศบาลอุบลและตลาดสดตอนกลาง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการดำเนินงานของตลาดสดกรณีศึกษาเทียบกับตลาดสดต้นแบบองค์การการตลาดเพื่อเกษตรกร (อ.ต.ก.) โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล (DEA) รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยใช้วิธีวิจัยแบบผสม (Mixed Methods Research) 2) การสังเคราะห์ค่าน้ำหนักปัจจัยของแต่ละกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) แล้วทำการออกแบบรูปแบบการจัดโซนและแผนผังของตลาดสดตามแนวคิดพฤติกรรมผู้บริโภค แนวคิดผู้ประกอบการ และแนวคิดตลาดต้นแบบ และ 3) การหาค่าถ่วงน้ำหนักและจัดอันดับทางเลือกของแผนผังทั้งสามรูปแบบ โดยใช้เทคนิคการนับของบอร์ดา (Borda count) และทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตลาดสดในแผนผังแต่ละรูปแบบ ด้วยแบบจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation)

ผลงานวิจัยประสิทธิภาพตลาดสดแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานและสามารถปรับปรุงปัจจัยนำเข้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยในส่วนของค่าน้ำหนักของปัจจัยของผู้บริโภคให้ความสำคัญปัจจัยด้านอาคารและสถานที่มากที่สุด ผู้ประกอบการให้ความสำคัญปัจจัยด้านราคาเช่าและความคุ้มค่ามากที่สุด และผู้กำหนดนโยบายให้ความสำคัญปัจจัยด้านสุขลักษณะที่ดี (GMP) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24.80 54.89 และ 50.20 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการจำลองมอนติ

คาโลโดยใช้ระยะทางการเดินของผู้บริโภคเปรียบเทียบแผนผังทั้ง 3 แบบ พบว่าแผนผังที่ออกแบบตาม
พฤติกรรมของผู้บริโภคมีประสิทธิภาพดีที่สุด เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 10.5

ABSTRACT

TITLE : DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND ANALYTIC HIERARCHY
 PROCESS BASED EFFICIENCY STUDY OF FRESH MARKET LAYOUT

AUTHOR : CHEWAPHORN CHAIYAPHAN

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : KASIN RANSIKARBUM, Ph.D.

KEYWORDS : FRESH MARKET LAYOUT PLANNING, MULTI-CRITERIA DECISION
 ANALYSIS, ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, DATA ENVELOPMENT
 ANALYSIS, MONTE-CARLO SIMULATION

This research aims to study the operational efficiency and analyze the factors related to the layout of food safety. Analyzed case studies are representatives of the public and private markets in Ubon Ratchathani Province: Ubon Municipal Fresh Market and Don Klang Fresh Market. The study was conducted in three parts: 1) analyzing the operational efficiency of the fresh markets by comparing it with the standardized Marketing Organization for Farmers (MOF). Data Envelopment Analysis (DEA) and evaluation of questionnaires related to the stakeholders were assessed using Mixed Methods Research, 2) synthesizing factors' weights deemed important for stakeholders by using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and designing the zoning and layout of the fresh markets in accordance with the three concepts of consumers' behavior, merchants requirements, and standardized market concepts, and 3) evaluating layout alternatives using the Borda count technique and analyzing the efficiency using the Monte Carlo simulation.

The analysis of the market layout efficiency showed that the obtained factors not only affected the markets' operations, but also helped enhance the operational efficiency. In terms of the factors' weight of consumers, the factor related to the building and location were found to be the most important factor. The merchants placed the most importance on the rental price and value. The markets' policymakers were interested in the Good Market Practice (GMP) factor the most. The factors' weight

were 24.80%, 54.89% and 50.20%, respectively. In addition, the analyzed results from the Monte Carlo simulation by comparing the walking distances from consumers in all three types of the layouts showed that the designed market layout according to consumers' behaviour has the highest efficiency with the enhancement of 10.5%.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาปัญหาการเลือกเครื่องพิมพ์สามมิติในการผลิตชิ้นงานทางการแพทย์ ภายใต้การวิเคราะห์การตัดสินใจหลายปัจจัย

ผู้วิจัย : พิระพัฒน์ คำหงษ์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.กสิณ รังสิกรรพุม

คำสำคัญ : การเลือกเครื่องพิมพ์สามมิติ, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ฟัชซี, เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ, โมเดลชิ้นงานทางการแพทย์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาการเลือกเครื่องพิมพ์แบบสามมิติ (3DP) ภายใต้หลายปัจจัย โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ฟัชซี (FAHP) ร่วมกับเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคและผู้ใช้งานเครื่อง 3DP ซึ่งขึ้นงานกรณีศึกษาเป็นโมเดลชิ้นงานทางการแพทย์ที่แตกต่างกัน โดยใช้ชิ้นงานที่มีลักษณะใหญ่ แนวตั้ง (ชิ้นงานหัวใจ) และชิ้นงานที่มีลักษณะเล็กแนวนอน (ชิ้นงานกรามฟัน) โดยมีทางเลือกเครื่องพิมพ์แบบหัวฉีดประเภท FDM (จำนวน 3 เครื่อง) และแบบฉายแสงประเภท SLA (จำนวน 2 เครื่อง) ซึ่งใช้วัสดุพิมพ์ต่างชนิดกัน รวมจำนวน 5 เครื่อง โดยทำการวิเคราะห์งานวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยของทางเลือกเครื่องพิมพ์ที่ดีที่สุดในการผลิตชิ้นงานทางการแพทย์ โดยมี 3 ปัจจัยหลักด้านผลิตภัณฑ์ ด้านวัตถุดิบ และด้านเครื่องพิมพ์ ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยย่อยรวม 11 ปัจจัยคือ ความแม่นยำ ความเรียบผิว ต้นทุนชิ้นงาน เวลาในการผลิต ความสวยงาม ราคาวัสดุ ค่าแรงตั้ง ค่าความยืดหยุ่น ราคาเครื่องพิมพ์ ขนาดที่พิมพ์ได้สูงสุด และความน่าใช้ของเครื่อง 2) การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยสำหรับผู้ตัดสินใจโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ฟัชซี และ 3) การวิเคราะห์ลำดับทางเลือกที่ดีที่สุดโดยใช้เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

ผลงานวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดตามด้วย วัตถุดิบและ เครื่องพิมพ์ โดยมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.528, 0.298 และ 0.173 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างตามค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับผู้ทำการตัดสินใจแต่ละประเภท นอกจากนี้พบว่าทางเลือกเครื่องพิมพ์ที่ดีที่สุดจากกรณีศึกษานี้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับประเภทชิ้นงานทางการแพทย์ที่ใช้ในการผลิต ยังขึ้นกับปัจจัยที่นำมาพิจารณา โดยพบว่าทางเลือกเครื่องพิมพ์ที่ดีที่สุดในด้านปัจจัยผลิตภัณฑ์ คือเครื่อง SLA Ultra 3SP ซึ่งมีจุดเด่นในด้านความแม่นยำ และ ความน่าใช้ ส่วนทางเลือกเครื่องพิมพ์ที่ดีที่สุดในด้านปัจจัย

วัตถุประสงค์และด้านปัจจัยเครื่องพิมพ์ คือ เครื่อง FDM XYZ 3DP daVinci 1.0A และเครื่อง FDM Flashforge Guider2s ตามลำดับ

ABSTRACT

TITLE : AN INVESTIGATION OF 3D PRINTER SELECTION PROBLEM FOR HEALTHCARE MODELS USING MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS

AUTHOR : ACTING LT. PEERAPAT KHAMHONG

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : KASIN RANSIKARBUM, Ph. D.

KEYWORDS : 3D PRINTER SELECTION, FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION, MEDICAL MODEL

In this research, the selection problem of 3D printers (3DP) using the integrated fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) and technique for order preference and similarity to ideal solution (TOPSIS) were analyzed. Decision makers focused in this study were technical experts and users for 3DP. In addition, selected medical models were 3D heart and full mouth models representing a large vertical and small horizontal piece, respectively. A total of five printer alternatives in the case study were three Fused Deposition Modeling (FDM)-type and two Stereolithography (SLA)-type printers. This study was conducted following three steps: 1) collecting criteria and sub-criteria data deemed important for selecting the best printer to fabricate selected medical parts based on three main factors (i.e., product, materials, and printer) and the 11 sub-factors (i.e., precision, surface roughness, production cost, production time, appearance, material price, tensile strength, elongation, printer price, maximum print size, and preference for the printer), 2) analyzing criteria weight importance for decision makers using FAHP, and 3) assessing the best printer alternative using TOPSIS.

The analyzed results showed that the product factor was the most important factor followed by the material factor, and the printer factor, with the weight values of 0.528, 0.298 and 0.173, respectively. In addition, it was found that the best printer alternative from the case study did not depend on the type of medical models used in the analysis only, but it was also subjected to other factors. In particular, the best

printer choice in terms of the product factor was the SLA Ultra 3SP, in which its accuracy and usability sub-criteria were superior. Furthermore, the best printer alternative with regard to the material factor and the printer factor was found to be FDM XYZ 3DP daVinci 1.0A and FDM Flashforge Guider2s, respectively.

บทคัดย่อ

เรื่อง : สมรรถนะของลำเจ็ทที่ผลิตโดยชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้
 ผู้วิจัย : กิตติพงษ์ ศรีพนากุล
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภิวัตน์
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ มัทธจักร์
 คำสำคัญ : ชุดขับแม่เหล็กไฟฟ้า, การผลิตลำเจ็ท, สมรรถนะ, การฉีดยาแบบไม่ใช้เข็ม,
 การเจาะกระดูก, การเจาะหิน,

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะ และการประยุกต์ใช้งานของอุปกรณ์ผลิตลำเจ็ทที่
 ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้า และใช้การสะสมพลังงานไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการผลิตลำ
 เจ็ท อุปกรณ์ผลิตลำเจ็ทถูกออกแบบ และถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักการ Impact driven method
 อุปกรณ์ผลิตลำเจ็ทสามารถผลิตลำเจ็ทได้ทั้งแบบ Impulsive jet และแบบ Semi-continuous jet
 จากการศึกษาสมรรถนะของอุปกรณ์ต่อการผลิตลำเจ็ทแบบ impulsive jet และแบบ Semi-
 continuous jet พบว่า เมื่อขนาดรูหัวฉีด และความถี่ของสัญญาณที่ส่งให้เครื่อง Power amplifier
 เพิ่มขึ้นจะทำความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ทเพิ่มขึ้นแล้วลดลง นอกจากนี้เมื่อ
 แรงดันไฟฟ้า และระยะ travelling distance เพิ่มขึ้น ความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ท
 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ทลดลงเมื่อปริมาตรของลำเจ็ทเพิ่มขึ้น จาก
 การศึกษาอิทธิพลของ Non-Newtonian fluid jet ต่อความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ท
 พบว่า ชนิดของ Non-Newtonian fluid ไม่มีนัยสำคัญต่อความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ท
 ในอากาศ ในขณะที่ชนิดของ Non-Newtonian fluid jet มีผลกับความเร็ว และความดันกระแทกของ
 ลำเจ็ทในน้ำ จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ลำเจ็ท พบว่า อุปกรณ์ผลิตลำเจ็ทที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการ
 การส่งถ่ายยาได้ โดยระยะการเจาะของลำเจ็ทใน Polyacrylamide gel จะขึ้นอยู่กับความเร็ว และ
 ความดันกระแทกของลำเจ็ท ในขณะที่การแพร่กระจายของลำเจ็ทขึ้นอยู่กับปริมาตร จากการศึกษา
 การประยุกต์ใช้ลำเจ็ทในการเจาะกระดูก พบว่า ความลึกของรูเจาะในกระดูกเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาตรของลำ
 เจ็ท และจำนวนครั้งในการเจาะเพิ่มขึ้น จากการเจาะ 80 ครั้งจะทำความลึกมีค่าเท่ากับ 4.52 mm
 ซึ่งมีค่าอัตราส่วนของความลึกต่อปริมาณของเหลวที่ฉีดเข้าไปเท่ากับ 0.113 mm/mL สำหรับการ
 การศึกษาการเจาะหินด้วยลำเจ็ท พบว่า ความลึกของรูในหินทรายเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนครั้งในการเจาะ
 เพิ่มขึ้น บริเวณพื้นผิวของหินทรายที่ถูกเจาะจะเกิดการเสียหายแบบ Shear และแบบ Tensile ขึ้น
 จากการศึกษาอิทธิพลของขนาดท่อต่อความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ทพบว่า ขนาดท่อไม่มี

นัยสำคัญต่อความเร็ว และความดันกระแทกของลำเจ็ท สุดท้ายเป็นการศึกษาชุดผลิตลำเจ็ทแบบ Semi-continuous jet โดยตัวขับแม่เหล็กไฟฟ้า ชุดผลิตลำเจ็ทแบบ Semi-continuous jet สามารถผลิตลำเจ็ทที่มีความเร็ว และความดันกระแทกสูงสุดเท่ากับ 54.58 m/s และ 9.89 MPa ตามลำดับที่ ความถี่ของสัญญาณที่ส่งให้เครื่อง Power amplifier เท่ากับ 50 Hz จากการศึกษาการประยุกต์ใช้งาน ชุดผลิตลำเจ็ทแบบ Semi-continuous jet พบว่า อุปกรณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งถ่ายยา แบบไม่ใช้เข็มได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์ส่งถ่ายยาแบบไม่ใช้เข็มในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นอุปกรณ์ผลิตลำเจ็ทใช้ ชุดขับจากแม่เหล็กไฟฟ้า และใช้ต้นกำลังจากการสะสมพลังงานไฟฟ้าสามารถประยุกต์ใช้ในงาน ทางด้านวิศวกรรม และงานทางการแพทย์ได้ในอนาคต

ABSTRACT

TITLE : PERFORMANCE OF LIQUID JET GENERATED BY ELECTROMAGNETIC ACTUATOR AND ITS APPLICATIONS

AUTHOR : GITTIPHONG SRIPANAGUL

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. ANIRUT MATTHUJAK, Ph.D.

KEYWORDS : ELECTROMAGNETIC ACTUATOR, JET GENERATION, PERFORMANCE, NEEDLE FREE JET INJECTION, BONE DRILLING, STONE DRILLING,

This research aims to study the performance and applications of a jet generator device that was created by an electromagnetic actuator that uses an electric power storage for jet generation. The jet generation device was designed and manufactured based on the impact driven method. The device can produce both an impulsive jet and semi-continuous jet. From the study on the performance of the device's impulsive jet and semi-continuous jet generation, it was found that the jet velocity and impact pressure increased and decreased as the orifice diameter of the nozzle and the frequency of signal supplied to the power amplifier increased. Moreover, the jet velocity and impact pressure increased when the capacitor voltage and travelling distance increased, whereas they decreased as the liquid volume increased. From the study on the influence of Non-Newtonian fluid jet on jet velocity and impact pressure, it was found that types of Non-Newtonian fluid did not have a significant effect on jet velocity and impact pressure in the air. However, the types of Non-Newtonian fluid jet had a significant effect on jet velocity and impact pressure in water. From the study of the jet applications, it was found that the jet generator device can be used for drug delivery. The distance of penetration of the jet in Polyacrylamide gel depended on the jet velocity and impact pressure, whereas the distance of dispersion of the jet depended on liquid volume. From the jet application's of bone drilling, it was found that the hole depth in the bone increased as the liquid volume of the jet and the number of jet pulses increased. The maximum hole depth was 4.52 mm at 80 pulses,

which has the depth per liquid volume ratio of 0.113 mm/mL. For the study of stone drilling, it was found that the hole depth in the sandstone increased as the number of jet pulses increased. The shear failure mechanisms and tensile failure mechanisms were generated on the surface of sandstone. From the study of the effect of the inside diameter of pipes on jet velocity and impact pressure, it was found that the inside diameter of pipes had an insignificant effect on jet velocity and impact pressure. Finally, the study of semi-continuous jet generated by electromagnetic actuator was completed. The maximum jet velocity and maximum impact pressure of the semi-continuous jet was 54.58 m/s and 9.89 MPa, respectively, at 50 Hz of frequency signal supplied to the power amplifier. From the application study of the semi-continuous jet, it was found that the device can be applied for needle free jet injection similar to the commercial needle free jet injection devices. Therefore, the jet generation device created by an electromagnetic actuator that uses electric power storage can be applied for engineering work and medical work in the future.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การเพิ่มสมรรถนะของอีเจ็คเตอร์ โดยใช้หลักการของอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับ
 ผู้วิจัย : ณิชฎฐ์ สุวรรณภู
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง
 คำสำคัญ : อีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับ, ระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์, พลศาสตร์ของไหล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการนำอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับมาใช้ในการเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์และการใช้อีเจ็คเตอร์ในงานก๊าซ โดยผลที่ได้จากวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CFD) จะเปรียบเทียบความถูกต้องกับผลของชุดอุปกรณ์ทดลอง ซึ่งในระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์และอีเจ็คเตอร์ในงานก๊าซ มีสองคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงสมรรถนะการทำงานของอีเจ็คเตอร์คือ อัตราส่วนการเหนี่ยวนำ (Rm) และความดันวิกฤติ (CBP)

ในระบบการทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ วิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหลจะใช้ตรวจสอบสมรรถนะเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (COP) ซึ่งแบบจำลองการไหล 2 มิติ ที่สมมาตรรอบแกนของอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับ (TSE) ที่ได้พัฒนาขึ้นจะใช้เปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานกับอีเจ็คเตอร์แบบทั่วไป (SSE) โดยมีแบบจำลองความปั่นป่วนของการไหลเป็นแบบ The shear-stress-transportation $k-\omega$ ($k-\omega$ -sst) ในการจำลองการไหลของอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับในระบบทำความเย็นนั้น ถูกวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานที่อุณหภูมิปฐมภูมิระหว่าง 100 - 130 °C และอุณหภูมิทุติยภูมิระหว่าง 0 - 15 °C โดยผลที่ได้จากวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหลพบว่า อีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับสามารถเพิ่มค่าสมรรถนะการเหนี่ยวนำได้สูงสุดร้อยละ 77.2 ในขณะที่ค่าความดันวิกฤติลดลงเล็กน้อยมีค่าสูงสุดร้อยละ 21.9 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับมีความสำคัญต่อระบบทำความเย็นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อต้องการความสามารถในการทำความเย็นที่สูงในขณะที่ความดันของเครื่องควบแน่นต่ำ

นอกจากนี้การศึกษาสมรรถนะการทำงานของอีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับในงานก๊าซเมื่อเปรียบเทียบกับอีเจ็คเตอร์แบบทั่วไปโดยใช้วิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหลพบว่า เมื่ออีเจ็คเตอร์มีสถานะการทำงานที่ความดันปฐมภูมิเท่ากับ 4 บาร์ และความดันทุติยภูมิเท่ากับ 1 บาร์ อีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับจะมีค่าอัตราส่วนการเหนี่ยวนำลดลงเล็กน้อยร้อยละ 3.90 แต่จะมีค่าความดันวิกฤติที่เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 26.43 ซึ่งผลของการทำนายสมรรถนะการทำงานด้วยวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของ

ไหลมีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากชุดอุปกรณ์ทดลอง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราส่วนการเหนี่ยวนำและค่าความต้านวิฤติร้อยละ 15.64 และ 7.14 ตามลำดับ

สรุปได้ว่า อีเจ็คเตอร์แบบสองลำดับมีความสามารถในการเพิ่มค่าความต้านวิฤติ และยังสามารถเพิ่มสมรรถนะการทำงานของอีเจ็คเตอร์จากอัตราส่วนการเหนี่ยวนำในช่วงที่มีการไหลคงที่ การศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถนำไปสู่ความก้าวหน้าในงานด้านการทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ได้

ABSTRACT

TITLE : IMPROVEMENT OF EJECTOR PERFORMANCE BY USING TWO STAGE EJECTOR PRINCIPLE

AUTHOR : NAT SUVARNAKUTA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. KULACHATE PIANTHONG, Ph.D.

KEYWORDS : TWO-STAGE EJECTOR, EJECTOR REFRIGERATION SYSTEM, COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

This study aims to investigate the use of the two-stage ejector to improve the ejector performance of the refrigeration system and gas/gas ejector application. The computational fluid dynamics (CFD) results were validated with the experimental values. The ejector refrigeration system and gas/gas ejector application, the two most significant parameters used to describe the performance of an ejector, were specified in terms of entrainment ratio (R_m) and critical back pressure (CBP).

In the ejector refrigeration system, the CFD was used to investigate the performance to increase operational flexibility and COP. A 2D-axisymmetric model of a two-stage ejector (TSE) was developed and its performance was compared to that of the commonly used single-stage ejector (SSE). The shear-stress-transportation $k-\omega$ ($k-\omega$ -sst) model was applied as a turbulence model. The simulation of the TSE in the refrigeration system was analysed for performance using generator temperatures between 100 and 130 °C and evaporator temperatures between 0 and 15 °C. The CFD simulation results showed that the TSE provided high entrainment ratios up to 77.2%, while showing a marginal decrease in the critical back pressure up to a maximum value of 21.9%. Therefore, it can be concluded that the TSE can significantly benefit refrigeration systems requiring high refrigerating capacity while maintaining a slightly low condensing pressure.

Furthermore, the study of the TSE performance in the gas/gas ejector system compared with the SSE simulations using CFD shows that when the primary inlet

pressure is 4 bar, the secondary inlet pressure is 1 bar. The TSE provides a marginal decrease entrainment ratio of 3.90% but increases critical back pressure of 26.43%. It was found that the predicted performances of the CFD simulated models agreed well with the experimental values. Average errors of the predicted entrainment ratio and the critical back pressure were 15.64% and 7.14%, respectively.

It can be concluded that the TSE increases in critical back pressure and can improve the ejector performance in terms of the entrainment ratio (R_m) during choked flow. The findings of this study can contribute toward advances in the field of ejector refrigeration.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การสังเคราะห์เชื้อเพลิงสังเคราะห์จากชีวมวลและของเหลือทิ้งทางการเกษตร ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล

ผู้วิจัย : ธนกฤต นนท์ชนะ

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภักดิ์บัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

คำสำคัญ : ไฮโดรเทอร์มัล, เชื้อเพลิงสังเคราะห์, ชีวมวล, ของเหลือทิ้งทางการเกษตร

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันดิบ ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล โดยใช้วัตถุดิบเป็นชีวมวล ที่เหลือจากกระบวนการเก็บเกี่ยวทางการเกษตร และกระบวนการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ใบอ้อย, เปลือกไม้ยูคาลิปตัส, เมล็ดยางพารา, กากอ้อย, กากมันสำปะหลัง, และกากน้ำตาล โดยถึงปฏิกรณ์ที่ใช้เป็นถังปฏิกรณ์แบบกะ วัสดุเป็น Ni-alloy ปริมาตร 100 มล. ให้ความร้อนโดยฮีตเตอร์ไฟฟ้า ใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นตัวทำละลาย ผลที่ได้จากใบอ้อย พบว่าอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา และเอทานอลที่ผสมในสารละลายส่งผลต่อร้อยละผลที่ได้ (% yield) ของน้ำมันดิบ โดยเมื่อเพิ่มสัดส่วนของเอทานอลจะทำให้ร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น โดยสูงสุดเท่ากับ 34.8 % ที่อัตราส่วนเอทานอล/น้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 5 อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 300 °C แต่ในทางกลับกันร้อยละการเปลี่ยนแปลง (% conversion) ของใบอ้อยจะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของเอทานอลต่อน้ำ ในส่วนผลการศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันดิบจากเปลือกไม้ยูคาลิปตัส พบว่าเปลือกยูคาลิปตัสสามารถสังเคราะห์น้ำมันดิบได้แต่ปริมาณน้ำมันดิบที่ได้ต่ำเพียงร้อยละ 10.29 ที่ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 84.70 แสดงว่ามีการเปลี่ยนไปเป็นก๊าซสังเคราะห์มากถึงร้อยละ 64.41 และผลของการสังเคราะห์น้ำมันดิบจากเมล็ดยางพารา พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความเหมาะสมที่ให้ร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบสูงที่สุดคือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และได้มีการศึกษาผลของการเพิ่มเอทานอลในตัวทำละลาย และเงื่อนไขในการทำปฏิกิริยาต่อร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบสูง พบว่าสามารถสังเคราะห์น้ำมันดิบได้สูงถึงร้อยละ 41.42 ที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 350 °C และมีการเติมเอทานอลลงไปใต้น้ำปราศจากไอออนปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

ส่วนผลของการศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันดิบจากกากอ้อย พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความเหมาะสมคือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และจากการใช้ระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนองในการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าเงื่อนไขในการทำปฏิกิริยาต่อร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบสูงที่สุด 16.29 % ที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 350 °C เวลาการทำปฏิกิริยา 90 นาที ความเข้มข้นของกากอ้อย

ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของกากอ้อย โดยที่สภาวะนี้มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 89.66 นอกจากนี้ผลของการสังเคราะห์น้ำมันดิบจากกากมันสำปะหลังพบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความเหมาะสมคือ โพลีเอทิลีนไฮดรอกไซด์ และจากการใช้ระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนองในการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบสูงสุดเท่ากับ 23.60 ที่ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของกากมันสำปะหลังเท่ากับ 49.54 ที่เงื่อนไขอุณหภูมิการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 250 °C, เวลาในการทำปฏิกิริยา 90 นาที และความเข้มข้นของกากมันสำปะหลังเท่ากับร้อยละ 5.013 โดยน้ำหนัก พบว่าสำหรับการสังเคราะห์น้ำมันจากกากมันสำปะหลังนั้นต้องการอุณหภูมิที่ต่ำ และต้องการระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาที่ยาวนานเพื่อให้ได้ร้อยละผลที่ได้ของน้ำมันดิบที่สูง และจากการศึกษาเบื้องต้นในการนำเอากากน้ำตาล ซึ่งเป็นของเหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาล มาเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์น้ำมันดิบจากกระบวนการไฮโดรเทอร์มัล พบว่ากากน้ำตาลสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์น้ำมันดิบด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลได้ โดยร้อยละผลที่ได้ น้ำมันดิบสูงสุดเท่ากับ 23.60 ที่อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 350 °C, ความเข้มข้นของกากน้ำตาลในสารละลายร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และได้ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของกากน้ำตาลสูงถึงร้อยละ 97.23 อุณหภูมิการทำปฏิกิริยา 350 °C, ความเข้มข้นของกากน้ำตาลในสารละลายร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันดิบที่สังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิดพบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันเป็นกลุ่ม เมทิลเอสเทอร์ถึงร้อยละ 80 และจากการวัดคุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการพบว่า มีค่า BOD และค่า COD ที่สูงต้องผ่านกระบวนการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จากการคำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบในการสังเคราะห์น้ำมันดิบพบว่า วัตถุดิบที่มีต้นทุนต่ำที่สุดคือเมทิลดียงพารา คือ 7.24 บาทต่อกิโลกรัม น้ำมันดิบ และวัตถุดิบที่มีต้นทุนสูงที่สุดคือกากน้ำตาลเท่ากับ 18.86 บาทต่อกิโลกรัม น้ำมันดิบ ส่วนต้นทุนของไบอ้อย เปลือกไม้ยูคาลิปตัส กากอ้อย และกากมันสำปะหลังเท่ากับ 8.62, 7.77, 15.35, และ 13.98 บาทต่อกิโลกรัม น้ำมันดิบ ตามลำดับ

ABSTRACT

TITLE : HYDROTHERMAL LIQUEFACTION OF BIOMASS AND WASTE FROM AGRICULTURAL PROCESS

AUTHOR : THANAKRIT NONCHANA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. DR. KULACHATE PIANTHONG

KEYWORDS : HYDROTHERMAL LIQUEFACTION, SUPERCRITICAL FLUID, BIO – CRUDE OIL, BIOMASS, AGRO-INDUSTRY WASTE

The purpose of this research was to study the synthesis of crude oil from the hydrothermal process. The raw materials were biomass residue from a harvesting process and agro-industrial waste. Six types of feedstocks including sugarcane leaves, eucalyptus bark, rubber seeds, sugarcane bagasse, cassava pulp, and sugarcane molasses were investigated. The Ni-alloy reactor was used as a batch reactor with 100 mL volume. The reactor was heated by an external electric heater. The de-ionized water was employed as a solvent in the entire experiment. The results from sugarcane leaves showed that the reaction temperature and the ethanol blended in the solution affected the percentage yield of crude oil. When increasing the proportion of ethanol, the percentage of the BCO (bio-crude oil) yield increased. The maximum was 34.8 % at the ethanol/water ratio of 1 to 5. The reaction temperature was 300 °C, but on the divergent, the conversion of sugar cane leaves decreased when the ratio of ethanol per water increased.

Furthermore, the study of bio-oil synthesis from eucalyptus bark found that eucalyptus bark was able to synthesize to crude oil. However, the BCO yield was as low as 10.29 % at the conversion of 84.70 %. As a result, it indicated that the eucalyptus bark was converted to synthesis gas up to 64.41 %. When synthesizing the crude oil from rubber seed, it was found that the suitable catalyst which provided the highest percentage of crude oil was Potassium Hydroxide (KOH). Also, the effects of adding ethanol to the solvent were performed after the catalyst. The high crude oil yield was

up to 41.42 % at the reaction temperature of 350 °C and ethanol added into the deionized water of 20 %.

For the study of crude oil synthesis from sugarcane bagasse, it was found that the suitable catalysts were KOH. The response surface methods (RSM) was employed to design and analyze the experimental results. It was clear that the highest BCO yield was 16.29 % at the reaction temperature of 350 °C, the reaction time of 90 min., the concentration of sugarcane bagasse of 5 wt. %, the amount of catalyst. 15 wt.% of sugarcane bagasse, and at the conversion of 89.66 %. In addition, the BCO could be synthesized from cassava pulp by the hydrothermal process and the suitable catalyst was KOH. The experimental results were designed and analyzed by the response surface methods. It was found that the highest BCO yield was 23.60 % at the conversion of cassava pulp of 49.54 %, the reaction temperature of 250 °C, the reaction time of 90 min., and the concentration of cassava pulp of 5.01 wt.%. The synthesis of oil from cassava pulp required low temperature and long reaction time to get a high BCO yield. From the preliminary study on the use of molasses, the byproducts from the sugar production process as raw material for crude oil synthesis from the hydrothermal process, it was found that molasses could be used as raw materials for crude oil synthesis using the hydrothermal process. The highest BCO yield was 23.60 % at the reaction temperature of 350 °C. The concentration of molasses was 5 wt.%. The highest conversion of molasses of 97.23 % was obtained at the reaction temperature of 350 °C and the concentration of molasses of 15 wt.%.

When analyzing the composition of crude oil synthesized from five raw materials, it was found that most of the components of the oil were made up of free fatty acid methyl ester for up to 80 percent. Besides, the quality analysis of wastewater from the HTL process found that the BOD and COD values were high. They must be treated before released into natural water sources. When calculating the cost of raw materials in crude oil synthesis, it was found that the lowest was rubber seed which was 7.24 baht per kilogram of crude oil while the highest cost was molasses which was 18.86 baht per kilogram of crude oil. The cost of sugarcane leaves, eucalyptus bark, sugarcane residue, and cassava waste were 8.62, 7.77, 15.35, and 13.98 baht per kilogram of crude oil, respectively.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การประยุกต์ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อน

ผู้วิจัย : ปฏิวัติ วรามิตร

ชื่อปริญญา : ปริญญาคุชฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา

คำสำคัญ : การอบแห้ง, จลนศาสตร์การอบแห้ง, หัวพ่นไพ้สตุพรุณ

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งด้วยลมร้อนที่ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณเป็นแหล่งความร้อนในรูปของอัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio: MR) และค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption: SEC) ของการอบแห้ง รวมทั้งศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency: η_{th}) และปริมาณการปลดปล่อย CO และ NOx ของเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนโดยการประยุกต์ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณเป็นแหล่งความร้อน โดยไพ้สตุพรุณที่เลือกใช้มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ไพ้สตุพรุณชนิดตาข่ายสแตนเลส มีค่าความพรุณเท่ากับ 10, 20 และ 50 ช่องต่อความยาวหนึ่งนิ้ว (PPI) ตามลำดับ และ ไพ้สตุพรุณชนิดเม็ดกลมอัดแน่น มีค่าความพรุณเท่ากับ 0.31, 0.36 และ 0.37 ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขการทดลอง ความเร็วลมในการอบแห้งเท่ากับ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิในการอบแห้งเท่ากับ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียสตามลำดับ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนทางเดียว และการอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนไหลเวียน พบว่าการประยุกต์ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณเป็นแหล่งความร้อนของเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ โดยที่ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งกรณีประยุกต์ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณมีค่าน้อยกว่ากรณีที่ใช้หัวพ่นไฟที่ไม่มีปรับปรุงเป็นแหล่งความร้อน กรณีใช้อากาศร้อนทางเดียวที่อุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ค่าความพรุณหัวพ่นไฟ 50 PPI และ 0.37 สำหรับกรณีประยุกต์ใช้หัวพ่นไฟชนิดตาข่ายสแตนเลสและเม็ดกลมอัดแน่นตามลำดับ จะมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 146.75 MJ/kg และ 141.35 MJ/kg และสำหรับกรณีใช้อากาศร้อนไหลเวียนที่อุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ปริมาณอากาศร้อนไหลเวียน 40% ค่าความพรุณของหัวพ่นไฟ 50 PPI และ 0.37 สำหรับกรณีประยุกต์ใช้หัวพ่นไฟชนิดตาข่ายสแตนเลสและเม็ดกลมอัดแน่นตามลำดับ ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 134.86 MJ/kg และ 128.44 MJ/kg ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกรณีประยุกต์ใช้หัวพ่นไพ้สตุพรุณมีค่ามากกว่า

กรณีที่ใช้หัวพันไฟที่ไม่มีการปรับปรุงเป็นแหล่งความร้อน กรณีใช้อากาศร้อนทางเดียวที่อุณหภูมิ
 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ค่าความพรุนหัวพันไฟ 50 PPI และ 0.37
 สำหรับกรณีประยุกต์ใช้หัวพันไฟชนิดตาข่ายสแตนเลสและเม็ดกลมอัดแน่นตามลำดับ จะมี
 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงที่สุดเท่ากับ 57.74% และ 60.76% และสำหรับกรณีใช้อากาศร้อน
 ไทลเวียนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ปริมาณอากาศร้อน
 ไทลเวียน 40% ค่าความพรุนของหัวพันไฟ 50 PPI และ 0.37 สำหรับกรณีประยุกต์ใช้หัวพันไฟชนิด
 ตาข่ายสแตนเลสและเม็ดกลมอัดแน่นตามลำดับ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ
 61.58% และ 63.72% ปริมาณก๊าซ CO และ NOx กรณีที่ประยุกต์ใช้หัวพันไฟวัสดุพรุนเป็นแหล่ง
 ความร้อนกรณีใช้อากาศร้อนทางเดียวและอากาศร้อนไทลเวียนมีค่าต่ำกว่ากรณีที่ไม่ประยุกต์ใช้หัวพัน
 ไฟวัสดุพรุน

ABSTRACT

TITLE : THE APPLICATION OF POROUS BURNER FOR INCREASING HOT AIR DRYER EFFICIENCY

AUTHOR : PATHIWAT WARAMIT

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. UMPHISAK TEEBOONMA, Ph.D.

KEYWORDS : DRYING, DRYING KINETICS, POROUS BURNER

This study aimed to investigate hot air drying kinetics by using porous burner as a heat source. The kinetics of hot air drying was determined in the form of moisture ratio (MR) and specific energy consumption (SEC). In addition, the study aimed to examine methods of improving thermal efficiency (η_{th}) and reduce the emissions of CO and NOx of the hot air dryer by using porous burner as a heat source. There were two types of porous material used in the experiment – stainless mesh porous material with the porosity of 10, 20, and 50 pores per inch (PPI) and packed bed porous material with the porosity of 0.31, 0.36, and 0.37. The experimental conditions were set at 0.5, 1.0, and 1.5 m/s of air velocity and at 50, 60, and 70 °C of drying temperature. The study was divided into two cases including drying with hot air flow in one direction and drying with circulating hot air flow. It was found that the use of the porous burner as the heat source of the hot air dryer could reduce the drying time. The specific energy consumption when using the porous burner was less than the case of using the unmodified burner. Drying with hot air flow in one direction at the drying temperature of 70 °C, the velocity of 1.5 m/s, the porosity of 50 PPI and 0.37 when applied with the stainless mesh porous burner and the packed bed porous burner obtained the minimum specific energy consumption of 146.75 MJ/kg and 141.35 MJ/kg, respectively. Drying with hot air circulation at the drying temperature of 70 °C, the velocity of 1.5 m/s, 40% of the amount of the circulating hot air, the porosity of 50 PPI and 0.37 when applied with the stainless mesh porous burner and the packed bed porous burner showed the minimum specific energy consumption of 134.86 MJ/kg and 128.44 MJ/kg,

respectively. The dryer with porous burner was found to have a higher thermal efficiency than that of the dryer with no porous burner. In the case of drying with hot air flow in one direction at the drying temperature of 70 °C, the velocity of 1.5 m/s, the porosity of 50 PPI and 0.37 when applied with the stainless mesh porous burner and the packed bed porous burner, the maximum value of thermal efficiency was found at 57.74% and 60.76%, respectively. In the case of drying with hot air circulation at the drying temperature of 70 °C, the velocity of 1.5 m/s, 40% of the amount of the circulating hot air, the porosity of 50 PPI and 0.37 when applied with the stainless mesh porous burner and the packed bed porous burner, the maximum value of thermal efficiency was at 61.58% and 63.72%, respectively. The amount of CO and NO_x when using the porous burner as the heat source in the hot air flow in one direction or in the hot air circulation was less than the amount produced if the porous burner was not used.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สแรงดันสูงด้วยการไหลแบบหมุนวนโดยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ผู้วิจัย : มานะ วิชางาม

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุตต์ มัทธูจักษ์

คำสำคัญ : เตาประหยัดแก๊สชนิดแรงดันสูง การไหลแบบหมุนวน ซีเอฟดี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาประหยัดแก๊สชนิดแรงดันสูงโดยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณร่วมกับการทดลอง ซึ่งแบบจำลองถูกสร้างขึ้นลักษณะ 3 มิติ (3D - Model) ที่มีขนาดเท่ากับเตาแก๊สแรงดันสูงแบบประหยัดพลังงานที่ใช้งานจริง การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหัวเตาจะถูกทำการตรวจสอบด้วยหลักการต้มน้ำตามมาตรฐาน DIN EN 203-2 อุณหภูมิการเผาไหม้จะถูกทำการตรวจสอบโดยการทดลองและการจำลองเชิงตัวเลขเพื่อใช้ในการยืนยันผลของ CFD โมเดลและอธิบายปรากฏการณ์การเผาไหม้และการถ่ายเทความร้อนไปยังภาชนะจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิ CFD โมเดลให้ผลสอดคล้องกับการทดลองโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5.75% จากนั้นอิทธิพลของความดัน LPG ต่อพฤติกรรมการไหลและการเผาไหม้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มขึ้นของความดัน LPG มีผลให้ ความรุนแรงของความปั่นป่วนและปริมาณอากาศส่วนที่สองสูงขึ้นซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงขึ้น และทำให้ฟลักซ์ความร้อนที่ได้รับสูงขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของความดัน LPG ทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนลดลงเนื่องจากความร้อนสูญเสียไปสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นเพราะความเร็วของเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนด้วยการไหลแบบหมุนวน เตาที่มีการไหลแบบหมุนวน 9 รูปแบบคือ SB-I42S09, SB-I50S03, SB-I50S15, SB-I70S05, SB-I70S09, SB-I70S18, SB-I90S03, SB-I90S15 และ SB-I98S09 ได้ถูกออกแบบและเปรียบเทียบกับเตา CB-I70S00 (มุมเอียงเท่ากับ 70° และมุมหมุนวนเท่ากับ 00°) โดย CFD จากการจำลอง พบว่า เตาที่มีการไหลแบบหมุนวนทั้ง 9 รูปแบบ มีอุณหภูมิ ความเร็ว ความหนาแน่นของความปั่นป่วน อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศส่วนที่สอง และการถ่ายเทความร้อนไปยังภาชนะได้ดีกว่าเตาแบบ CB-I70S00 โดยเตาแบบ SB-I50S15 มีอุณหภูมิ ความเร็ว ความหนาแน่นของความปั่นป่วน อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศส่วนที่สอง และ Heat flux สูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,533.00 K, 6.28 m/s, 48.82%, 5.37×10^{-5} kg/s และ 29.02 kW/m² ตามลำดับ คิดเป็นการเพิ่มขึ้น 14.85%, 67.47%, 9.02% และ 15.43% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเตา CB-

I70S00 จากการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน เตา SB-I50S15 มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าเตา CB-I70S00 โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 54.66% และ 47.72% ตามลำดับ ที่หม้อขนาด 26 cm และ ความดัน LPG เท่ากับ 0.2 bar และคิดเป็นการประหยัดพลังงานเท่ากับ 12.69%

ABSTRACT

TITLE : THERMAL EFFICIENCY IMPROVEMENT OF HIGH PRESSURE GAS STOVE USING SWIRLING FLOW BY COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

AUTHOR : MANA WICHANGARM

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST.PROF. ANIRUT MATTHUJAK, Ph.D.

KEYWORDS : ENERGY-SAVING COOKING STOVE, SWIRLING FLOW, CFD

The objective of this research is to improve the thermal efficiency of a high-pressure gas-saving burner through an experiment using computational fluid dynamics (CFD). The simulation model was created using a 3D-model the same size of the real burner. The thermal efficiency of the burner was investigated by a boiling test based upon standard DIN EN 203-2. Combustion temperatures were experimentally and numerically investigated in order to validate the CFD model and describe the combustion phenomena and heat transfer to the vessel. From the temperature comparison, the CFD model was in good agreement with the experiment, having the error of less than 5.75%. Then, the effects of LPG releasing pressure on its flow and combustion phenomena was studied. Increasing in LPG pressure resulted in higher turbulence intensity and higher amounts of entrained secondary air that led to a higher combustion temperature: hence, a higher heat flux was obtained. However, the increase in LPG pressure lowered the thermal efficiency, which may have been caused by environmental heat loss due to a higher flow of velocity. To improve the thermal efficiency by swirling flow, 9 swirl burners were designed and compared with the conventional gas burner CB-I70S00 (inclined angle of 70° and swirl angle of 00°) using CFD: SB-I42S09, SB-I50S03, SB-I50S15, SB-I70S05, SB-I70S09, SB-I70S18, SB-I90S03, SB-I90S15, and SB-I98S09. The simulation, temperature, velocity, turbulence intensity, mass flow rate of secondary air, and heat transfer to the vessel of the 9 swirl burners were better than those of CB-I70S00 burner. The temperature, velocity, turbulence

intensity, mass flow rate of secondary air, and heat flux of SB-I50S15 burner were the highest, which were 1,533.00 K, 6.28 m/s, 48.82%, 5.37×10^{-5} kg/s and 29.02 kW/m², respectively. Their increments were 14.85%, 67.47%, 9.02% and 15.43%, respectively, compared with CB-I70S00 burner. From the thermal efficiency testing, the maximum thermal efficiency of SB-I50S15 burner was higher than that of CB-I70S00 burner, being 54.66% and 47.72%, respectively, at pot diameter of 26 cm and LPG pressure of 0.2 bar. The energy saving from SB-I50S15 burner was at 12.69% compared to CB-I70S00 burner.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของท่อโครงสร้างร่วมระหว่าง AL/GFRP
ภายใต้แรงกระแทก

ผู้วิจัย : วิศิษฐ์ จันทร์ชื่น

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภักดิ์บัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

คำสำคัญ : ท่อไฮบริด, การป้องกันโครงสร้างห้องผู้โดยสารภายใต้แรงกระแทก, การชน,
ไฟไนต์เอลิเมนต์, พลาสติกเสริมเส้นใยแก้ว

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของท่อโครงสร้างร่วมระหว่าง AL/GFRP ภายใต้แรงกระแทกในแนวแกน อิทธิพลของจำนวนชั้นของเส้นใยแก้ว มุมของเส้นใยแก้วและลำดับ การเรียงทับซ้อนของเส้นใยแก้วต่อพฤติกรรมการเสียหายของโครงสร้างเป็นเป้าหมายหลัก ในการศึกษา ชิ้นงานที่ใช้สร้างมาจากท่ออลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.39, 30.48, 38.10 และ 45.72 mm หนา 1.20 mm และยาว 100.00 mm หุ้มด้วยพลาสติกเสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) จำนวน 1, 2, 3 และ 4 ชั้น ชิ้นงานถูกทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกระแทก โดยใช้น้ำหนักของ หัวค้อนตกกระแทก 30 kg จากความสูง 2.43 m ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ท่อไฮบริด AL/GFRP สามารถต้านทานแรงกระแทกได้มากกว่าท่ออลูมิเนียมเปล่าในทุกกรณี เมื่อพิจารณาค่าภาระสูงสุดและค่าภาระเฉลี่ยของพบว่าค่าของภาระมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนชั้นของเส้นใย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนชั้นมีจำนวน 3 และ 4 ชั้น ในส่วนของอิทธิพลของมุม พบว่าการวางมุมของเส้นใย 45 องศา มีผลกระทบต่อค่าภาระน้อยมาก ในขณะที่การจัดวางมุมแบบ 0 และ 90 องศา ให้ผลที่ดีกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าการลำดับเรียงตัวของมุมเส้นใยมีผลกระทบต่อรูปแบบการเสียหายและความสามารถในการรับแรงกระแทก ดังนั้นความสามารถโครงสร้างจึงอาจยกระดับได้ด้วยการเรียงลำดับมุมของเส้นใยอย่างเหมาะสม การศึกษานี้พบว่าการวางมุมของเส้นใยที่เหมาะสมที่สุดคือมุม [0/0/90], [0/90/90] และ [0/0/90/90]

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY ON THE CRASHWORTHINESS BEHAVIOR OF HYBRID AL/GFRP TUBES SUBJECTED TO IMPACT LOAD

AUTHOR : VISIT JUNCHUAN

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAWALIT THINVONGPITUK, Ph.D.

KEYWORDS : HYBRID TUBE, CRASHWORTHINESS, IMPACT LOAD, FINITE ELEMENT, GFRP

The objective of this research is to investigate the behavior of hybrid AL/GFRP tube due to an axial impact loading. The effect of the number of GFRP layers, fiber angles and stacking sequence on collapse behavior of structure was focused. The specimens were made from cylindrical aluminum tube with the diameters of 25.39, 30.48, 38.10 and 45.72 mm, and the thickness of 1.20 mm and 100.00 mm long. They were wrapped with 1-, 2-, 3-, and 4-layer of GFRP to form hybrid tubes. The specimens were tested under the impact load using a vertical impact testing machine by dropping a 30 kg hammer at 2.43 m high. The result revealed that AL/GFRP tube could resist more impact load than that of naked AL tube for every case. The maximum load and the mean load of hybrid tubes increased when the number of layers increased, especially for the 3- and 4-layer tubes. For the effect of fiber angle, it was found that the 45 degree fiber did not have a significant effect to structure crashworthy. The 0 and 90 degree fibers were found to be able to significantly promote the crashworthiness capacity of the structure. The stacking sequence of the fiber angle was also found to have an effect on the collapse behavior of the structure as well as on its crashworthiness parameters. Therefore, the crashworthy of specimen may be improved by proper sequence of fiber angles. According to this study, the recommended pattern of AL/GFRP tubes are [0/0/90], [0/90/90] and [0/0/90/90].

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาและพัฒนาแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
 ผู้วิจัย : อาคม ปาสีโล
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. อัมไพศักดิ์ ทีบุญญา
 คำสำคัญ : แผ่นกระเบื้องมุงหลังคา, วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร, สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางกล, สมบัติเชิงความร้อน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เส้นใยปอแก้ว เส้นใยชังข้าวโพด เส้นใยทะเลลายปาล์มและเส้นใยผักตบชวาใช้การสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (UF) เป็นสารยึดติด พร้อมตัวประสานถูกผสมในอัตราส่วนร้อยละ 10, 12 และ 14 คุณสมบัติของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คือสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกลและสมบัติเชิงความร้อน โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกลและสมบัติเชิงความร้อนได้ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-2003, ASTM D 256-2006a และ ASTM C 117- 2010 และใช้เทคนิคในการตรวจสอบลักษณะทางจุลภาค (SEM) แล้วทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล่านี้กับคุณสมบัติของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาทางที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

ผลการวิจัยพบว่าแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ผลิตจากเส้นใยปอแก้ว เส้นใยชังข้าวโพด เส้นใยทะเลลายปาล์มและเส้นใยผักตบชวามีค่าความหนาแน่น 342.99 kg/m^3 , 361.94 kg/m^3 , 420.32 kg/m^3 และ 622.09 kg/m^3 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกหัก (MOR) เส้นใยปอแก้ว เส้นใยชังข้าวโพด เส้นใยทะเลลายปาล์มและเส้นใยผักตบชวามีค่า 1.05 MPa, 1.83 MPa, 1.92 MPa และ 1.95 MPa ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (MOE) เส้นใยปอแก้ว เส้นใยชังข้าวโพด เส้นใยทะเลลายปาล์มและเส้นใยผักตบชวามีค่า 130 MPa, 182 MPa, 195 MPa และ 197 MPa ตามลำดับ คุณสมบัติเชิงความร้อน (K) ของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ผลิตจากเส้นใยปอแก้ว เส้นใยชังข้าวโพด เส้นใยทะเลลายปาล์มและเส้นใยผักตบชวามีค่า 0.024 W/m.K, 0.032 W/m.K, 0.038 W/m.K และ 0.095 W/m.K ตามลำดับ ส่วนลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาเป็นไปตามข้อกำหนดการทดสอบมาตรฐาน และสุดท้ายยังพบว่าคุณสมบัติของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ มีความคล้ายคลึงกับแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY AND DELVELOPMENT OF ROOFING TILES
 MANUFACTURED FROM AGRICULTURAL RESIDUES

AUTHOR : ARKOM PASILO

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : MECHANICAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. UMPHISAK TEEBOONMA, Ph.D.

KEYWORDS : ROOFING TILES, AGRICULTURAL RESIDUES, PHYSICAL PROPERTIES,
 MECHANICAL PROPERTIES, THERMAL CONDUCTIVITY,

The objectives of this research were to investigate the properties of roofing tiles that were manufactured from agricultural residues such as kenaf fibers, corn cob fibers, palm fruit bunch fibers, and water hyacinth fibers. Synthetic urea formaldehyde resin (UF) adhesive was selected as the binder. The mixture rate of the Urea-formaldehyde adhesive were 10%, 12%, and 14%. The main properties of the roofing tiles investigated in this work were physical, mechanical, and thermal properties. The property testing was performed according to the Industry Standards, JIS A 5908-2003, ASTM D 256-2006a, and ASTM C 117- 2010. In addition, the SEM technique was used to investigate the microstructural characteristics. Next, these properties were compared to the properties of commercial roofing tile products.

The experimental results revealed that the roofing tiles made from kenaf fibers, corn cob fibers, palm fruit bunch fibers, and water hyacinth fibers contained the density (D) of 342.99 kg/m³, 361.94 kg/m³, 420.32 kg/m³ and 581.31 kg/m³, respectively. The modulus of rupture (MOR) of kenaf fibers, corn cob fibers, palm fruit bunch fibers, and water hyacinth fibers were 1.05 MPa, 1.83 MPa, 1.92 MPa and 1.97 MPa, while the modulus of elasticity (MOE) were 130 MPa, 182 MPa, 197 MPa, and 199 MPa, respectively. The thermal conductivity (K) properties of roofing tiles produced from the kenaf, corn cob, palm fruit bunch, and water hyacinth fiber were also 0.024 W/m.K, 0.032 W/m.K, 0.095 W/m.K, and 0.098 W/m.K, respectively. The microstructural characteristics of the roofing tile products were found in accordance with the standard

test requirements. Finally, it was found that the properties of the roofing tiles constructed in this work are similar to commercial roofing tile products.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การกำจัดสีย้อมมาลาโคท์กรีนจากสารละลายด้วยกระบวนการดูดซับร่วมกับกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสโดยใช้ไททานเนียมไดออกไซด์ตรึงบนแร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์
- ผู้วิจัย : จุรีพร วงศ์จินดา
- ปริญญา : ปรัชญาคุณวุฒิบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ อัมพูช
- คำสำคัญ : การดูดซับ, กระบวนการโฟโตคะตะไลซิส, สีมาลาโคท์กรีน, สารลดแรงตึงไททานเนียมไดออกไซด์, แร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำจัดสีย้อมมาลาโคท์กรีน (MG) จากสารละลายด้วยการดูดซับร่วมกับกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสโดยใช้ไททานเนียมไดออกไซด์ตรึงบนแร่ดินมอนต์มอริลโลไนต์ (TiO₂/MMt) 2 ชนิด ได้แก่ TTM และ TCM วิเคราะห์คุณสมบัติ TiO₂/MMt ด้วยเทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่ผิวจำเพาะด้วยวิธีของ BET และขนาดรูพรุนเฉลี่ยด้วยวิธีของ BJH ลักษณะสัญญาณด้วยภาพถ่าย SEM โครงสร้างทางจุลภาคด้วยภาพถ่าย TEM ปริมาณธาตุองค์ประกอบด้วย XRF หมู่ฟังก์ชันที่สำคัญด้วยเทคนิค FTIR โครงสร้างผลึกด้วยเทคนิค XRD และความเสถียรเชิงความร้อนด้วยเทคนิค TGA

ผลการศึกษาการดูดซับสีย้อมพบว่า TTM มีประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อม MG สูงกว่า TCM ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมเกิดขึ้นสูงสุดภายใต้สภาวะที่มีความเข้มข้นสีย้อม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เวลาสัมผัส 24 ชั่วโมง ค่าพีเอช 5 และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ไอโซเทอมการดูดซับมีความสอดคล้องกับสมการไอโซเทอมแลงเมียร์ ผลการทดลองเชิงจลนพลศาสตร์สอดคล้องกับสมการปฏิกิริยาอันดับสองเทียม ผลการศึกษาเทอร์โมไดนามิกส์แสดงให้เห็นว่า การดูดซับเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

ผลการศึกษาการกำจัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสพบว่า TTM มีประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อม MG สูงกว่า TCM ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมเกิดขึ้นสูงสุดภายใต้สภาวะที่มีปริมาณ TiO₂ 1 กรัม ค่าพีเอช 4 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นสีย้อม 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มแสงของรังสียูวีซี 2.752 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และเวลาฉายรังสี 24 ชั่วโมง จากผลการวิเคราะห์โครงสร้างของโมเลกุลสีย้อมก่อนและหลังการกำจัดด้วยเทคนิค LCMS พบว่า TTM และ TCM สามารถเร่งการย่อยสลายโมเลกุลสีย้อมด้วยปฏิกิริยา

ออกซิเดชันและรีดักชันส่งผลให้โมเลกุลสีส้มกลายเป็นสารอนุพันธ์ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง จากผล
การทดลองแสดงให้เห็นว่า TTM และ TCM สามารถใช้เป็นตัวดูดซับและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีศักยภาพ
ในการกำจัดสี MG จากน้ำเสีย

ABSTRACT

TITLE : REMOVAL OF MALACHITE GREEN DYE FROM AQUEOUS SOLUTION
BY ADSORPTION PROCESS WITH PHOTACATALYSIS PROCESS USING
TITANIUM DIOXIDE IMMOBILIZED MONTMORILLONITE CLAY

AUTHOR : JUREEPORN WONGJUNDA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAKKRIT UMPUCH. Ph.D.

KEYWORDS : ADSORPTION, PHOTACATALYSIS PROCESS, MALACHITE GREEN DYE
SURFACTANT, TITANIUM DIOXIDE, MONTMORILLONITE CLAY

The research aimed to study the removal of malachite green dye (MG) from an aqueous solution with adsorption technique together with a photocatalytic process using two types of titanium dioxide (TTM and TCM) as adsorbents and catalysts to immobilize montmorillonite clay (TiO_2/MMt). Characterizations of TiO_2/MMt were analyzed by various techniques. Its specific surface area was analyzed by BET method while its average pore size was analyzed by BJH method. Morphology was studied by using Scanning Electron Microscope (SEM) images while its microstructure was analyzed by using Transmission Electron Microscope (TEM). Elemental quantities were studied by using X-ray fluorescence spectrometer (XRF). Important functional groups were analyzed by using FTIR. Crystalline structure was identified by using XRD while its thermal stability was studied by using TGA.

The results obtained from the batch adsorption showed that the amount of MG absorbed by TTM were higher than that by TCM. The highest percent of MG dye removal was taken place under a certain condition at the initial dye concentration of 100 mg/l, contact time of 24 hours, pH of 5 and temperature of 60 °C. Adsorption isotherm was well fitted by the Langmuir's isotherm equation. Kinetic data follows the pseudo-second order rate equation. The results of thermodynamic study reveal that the adsorption was an endothermic process.

The results of the dye removal using the photocatalytic process showed that the percent of MG dye removal obtained from TTM was higher than that of TCM. The highest percent of the dye removal occurred at the certain condition of the catalyst dose of 1 g, pH of 4, temperature of 40 °C, MG concentration of 400 mg/l, UVC light intensity of 2.752 mW/cm², wavelength of 254 nm and radiated duration of 24 hours. The results found from the analysis of the dye molecules' structure of before and after removal using LCMS technique showed that the TTM and TCM were able to catalyze dye degradation by oxidation and reduction resulting in smaller molecules of the derivatives from the dye. The results showed that the TTM and TCM could be used as effective absorbents and photocatalysts for the removal of MG from wastewater.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การบำบัดทางชีวภาพด้วยแลคเคสสำหรับย่อยสลายไดโคพอลในถังปฏิกรณ์
 เมมเบรน
 ผู้วิจัย : อภิญญา อ่อนสาร
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา รัตนพงศ์เลขา
 คำสำคัญ : ไดโคพอล แลคเคส โลหะหนัก สารอินทรีย์ธรรมชาติ ถังปฏิกรณ์เมมเบรน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยสลายไดโคพอลด้วยเอนไซม์แลคเคส ปัจจัยที่ส่งผลต่อการย่อยสลายสารดังกล่าว รวมถึงศึกษาความเป็นพิษของไดโคพอลด้วยจุลินทรีย์ และการติดตามสารผลิตภัณฑ์จากการย่อยสลายไดโคพอล นอกจากนี้ได้ศึกษาการลดลงของค่าฟลักซ์และรูปแบบการอุดตันของเมมเบรนชนิดอัลตราฟิลเตรชัน โดยการศึกษาที่ใช้เอนไซม์แลคเคสที่สกัดจากเชื้อ *Lentinus polychrous* Lev. ซึ่งผลศึกษาทั้งในถังปฏิกรณ์แบบกะและถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนดังกล่าวต่อไปนี้

จากการศึกษาพบว่าเอนไซม์แลคเคสมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น 3.52 เท่า เมื่อผ่านกระบวนการกรองด้วยเยื่อกรองไมโครและอัลตรา และผลจากการนำเอนไซม์แลคเคสมาย่อยสลายไดโคพอลในถังปฏิกรณ์แบบกะ พบว่าที่เวลา 12 ชั่วโมง มีการย่อยสลายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าอุณหภูมิเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส เมื่อควบคุมปริมาณเอนไซม์เท่ากับ 4.32 ยูนิต์ต่อมิลลิลิตร และความเข้มข้นไดโคพอลเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อนำไปทดสอบโดยอิงจากสภาพแวดล้อมจริงในกรณีที่มีการเจือปนของแมงกานีส (II) เหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ โดยที่ความเข้มข้นของไดโคพอลที่ใช้เท่ากับ 1-5 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของแมงกานีส (II) เหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ ที่ใช้อยู่ในช่วง 0-50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแมงกานีส (II) ทำให้การย่อยสลายไดโคพอลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแมงกานีส (II) การย่อยสลายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ของทุกความเข้มข้นของไดโคพอล และตรงข้ามกับในกรณีของเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายไดโคพอลมีแนวโน้มลดลงโดยที่ความเข้มข้นเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการย่อยสลายต่ำสุดเท่ากับ 62.43 และ 45.32 เปอร์เซ็นต์ ของเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ ตามลำดับ จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของแลคเคสกับการกำจัดไดโคพอล พบว่ามีค่า K_m เท่ากับ 5.99 มิลลิโมลาร์ และ V_{max} เท่ากับ 2.57 มิลลิโมลาร์ต่ออนาที และ

เมื่อนำอุณหภูมิในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส มาใช้ในการหาค่าพลังงานกระตุ้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.45 กิโลจูลต่อโมล ส่วนผลของการศึกษาการยับยั้งของเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ พบว่าเป็นการยับยั้งชนิดแข่งขันและไม่แข่งขัน ตามลำดับ ในขณะที่แมงกานีส (II) ช่วยส่งเสริมการย่อยสลายไดโคพอลด้วยแลคเคส

สำหรับการย่อยสลายไดโคพอลในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน ด้วยการกรองแบบไหลตามขวาง ซึ่งชนิดเมมเบรนที่ใช้คือชนิดอัลตราฟิลเตรชันที่ทำจาก polyether sulfone (PES) มีพื้นที่ของเมมเบรนเท่ากับ 191×140 มิลลิเมตร² ขนาดคัดกรองน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 20 กิโลดาลตัน พบว่าที่เวลา 480 นาที มีการย่อยสลายไดโคพอลสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นของไดโคพอล 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าพีเอชเท่ากับ 7 ความเข้มข้นของเอนไซม์เริ่มต้นเท่ากับ 4.32 ยูนิต์ต่อมิลลิตร ความดันที่ใช้ในระบบเท่ากับ 5 psig และอุณหภูมิที่ใช้เป็นอุณหภูมิในระดับห้องปฏิบัติการ 28 ± 3 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปทดสอบในสภาวะที่มีแมงกานีส (II) เหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ โดยที่ความเข้มข้นของไดโคพอลที่ใช้เท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของแมงกานีส (II) เหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ ที่ใช้อยู่ในช่วง 0-50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าความเข้มข้นของแมงกานีส (II) ทุกความเข้มข้น มีการย่อยสลายไดโคพอลได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 240 นาที และการเติมเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ พบว่ามีการย่อยสลายใกล้เคียงกัน โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น ของเหล็ก (II) และสารอินทรีย์ธรรมชาติ ที่ 0-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีการย่อยสลายสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 240 นาทีเช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารดังกล่าวที่ 10-50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการย่อยสลายลดลงเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าไม่ต่ำกว่า 90% นอกจากนี้ยังพบการลดลงของฟลักซ์เนื่องจากการอุดตันของเมมเบรน และเมื่อหารูปแบบการอุดตันของเมมเบรน พบว่าทุกสภาวะมีรูปแบบการอุดตันที่เข้าได้กับทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ Complete pore blocking, Pore constriction or standard blocking และ Intermediate blocking และหากรวมสารกลุ่มโลหะหนักและสารอินทรีย์ธรรมชาติในระบบ พบว่ามีรูปแบบการอุดตันเป็นแบบ Cake formation

ผลการทดสอบความเป็นพิษด้วยจุลินทรีย์ที่คัดแยกมี 2 ชนิดคือ NJ-UBU1 และ NJ-UBU2 ผลจากการย้อมแกรมพบว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นแกรมบวกและแกรมลบ ตามลำดับ สำหรับวิธีทดสอบความเป็นพิษด้วยเทคนิค disc agar diffusion พบว่าความเข้มข้นของไดโคพอลที่เพิ่มขึ้น ทำให้การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดเพิ่มขึ้นเช่นกัน และเมื่อเวลาในการย่อยสลายไดโคพอลด้วยแลคเคสในถังปฏิกรณ์แบบกะเพิ่มขึ้น พบการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลง และพบว่าจุลินทรีย์ชนิด NJ-UBU1 ถูกยับยั้งมากกว่าชนิด NJ-UBU2 สำหรับผลจากการติดตามสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการย่อยสลายไดโคพอลด้วยแลคเคส มีสารผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น 2 ชนิด คือ 2,2-Dichloro-1,1-bis(4-chlorophenyl) ethanol หรือ FW-152 และ 4,4'-dichloro benzophenone หรือ DBP ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้มีความเป็นพิษที่ต่ำเมื่อเทียบกับความเป็นพิษของไดโคพอล ซึ่งจากผลการศึกษา

ข้างต้นชี้ให้เห็นว่าเอนไซม์แลคเคสมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้สำหรับย่อยสลายไดโคพอล และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนได้

ABSTRACT

TITLE : BIOLOGICAL TREATMENT BY LACCASE FOR DICOFOL DEGRADATION
IN A MEMBRANE REACTOR

AUTHOR : APINYA ONSARN

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

CHAIR : ASST. PROF. KARNIKA RATANAPONGLEKA, Ph.D.

KEYWORDS : DICOFOL, LACCASE, HEAVY METAL, NATURAL ORGANIC MATTER,
MEMBRANE REACTOR

This research aimed to investigate dicofol degradation by laccase, degradation factors, toxicity of dicofol by microorganisms, and to monitor the substance from the decomposition products. In addition, reduction of flux value and fouling of ultra-filtration membrane were studied. Laccase enzymes extracted from *Lentinus polychrous* Lev was used.

The result showed that the purity of laccase increased at 3.52 folds when passing through a micro- and ultra-filtration system. By using laccase enzyme to remove dicofol in batch reactor at 12 hours, its removal efficiency reached 100% at pH 7, temperature of 35 °C, the enzyme activity at 4.32 U/ml and dicofol concentration at 1 mg/l. According to environmental conditions, the contaminations of *Manganese (Mn (II))*, ferrous (Fe (II)) and natural organic matter (NOM) were investigated. At the dicofol concentration of 1-5 mg/l and the concentrations of Mn (II), Fe (II) and NOM in the range of 0-50 mg/l, the removal efficiency increased when the concentration of Mn (II) increased. The removal efficiency reached 100% at Mn (II) concentration of 50 mg/l. As for Fe (II) and NOM, in contrast, dicofol removal efficiency decreased when their concentration increased. The removal efficiencies at the concentrations of 50 mg/l were 62.43 and 45.32%, respectively. The kinetics study on dicofol removal with laccase showed that the value of K_m was 5.99 mM and V_{max} was 2.57 mM/min. To determine the activation energy, the temperatures in the range of 25-35 °C were applied. The value of E_a was 5.45 KJ/mol. The results of inhibition study on Mn (II), Fe (II) and NOM

showed that Fe (II) and NOM were competitive and uncompetitive inhibitors, respectively; meanwhile, Mn (II) acted as a promotor for dicofol removal.

For the degradation of dicofol in the membrane bioreactor, cross flow filtration was used. The ultrafiltration membrane was made from polyether sulfone (PES) with a surface area of 191 x 140 mm², molecular weight cut-off of 20 kDa. The results showed that the degradation of dicofol was 100% at the dicofol concentration of 1 mg/l, pH 7, enzyme concentration of 4.32 U/ml, operating pressures at 5 psig and the temperature at 28±3°C at 480 minutes. According to this condition, the contaminations of Mn (II), Fe (II) and NOM were investigated. At the dicofol concentration of 1 mg/l and the concentrations of Mn (II), Fe (II) and NOM in the range of 0-50 mg/l displayed that the removal efficiency increased when the concentration of Mn (II) increased. The removal efficiency reached 100% at 240 minutes in all concentrations. For Fe (II) and NOM at the concentration of 0-1 mg/l, the removal efficiency reached 100% at 240 minutes. However, at the concentration of 10-50 mg/l, it was found that the degradation decreased less than 90%. In addition, the flux decline was found due to the fouling of the membrane. Blockage model of membrane in all conditions followed three models that consisted of complete pore blocking, pore constriction or standard blocking and intermediate blocking. A cake formation model was found when adding heavy metal and NOM into the system.

To investigate toxicity, two types of isolated microorganisms, NJ-UBU1 and NJ-UBU2, were investigated. The results of gram stain showed that the isolated microorganisms were gram-positive and gram-negative, respectively. Disc agar diffusion techniques were selected for the test. The results revealed that the increase of dicofol concentration increased inhibition of both types of microorganisms. When the time for dicofol decomposition in the reactor increased, the inhibition of microbial growth decreased. NJ-UBU1 microorganisms were more inhibited than NJ-UBU2. By-product from the dicofol degradation using laccase were 2 types which are 2,2-Dichloro-1,1-bis(4-chlorophenyl) ethanol, and 4,4'-dichloro benzophenone. These by-products were less toxicity than dicofol. Therefore, the laccase enzyme was a potential application in dicofol degradation and could be applied in membrane bioreactors.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : วิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ สำหรับปัญหาการจัดสมดุสสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 กรณีพิจารณาจำนวนประเภทของเครื่องจักรสำหรับแต่ละสถานีนงาน
- ผู้วิจัย : กนกกาญจน์ จิริศิริเลิศ
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎิบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส
- คำสำคัญ : การจัดสมดุสสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2, วิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ (Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search: VaNSAS) ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุสสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 กรณีที่พิจารณาจำนวนประเภทของเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละสถานีนงาน และแก้ปัญหาสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 สำหรับปัญหามาตรฐานทั้ง 128 ปัญหา โดยมีเป้าหมายเพื่อหารอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (c) โดยได้ประยุกต์และพัฒนาวิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ เพื่อแก้ปัญหาซึ่งเป็นวิธีการใหม่มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การสร้างชุดของงาน (2) การเลือกใช้กล่องดำที่จะดำเนินการหาคำตอบของชุดคำตอบเริ่มต้น (3) การทำงานของกล่องดำ (4) การอัปเดตคำตอบ และ(5) การทำซ้ำขั้นตอนที่ (2) ถึง (4) จากผลการทดสอบกับปัญหากรณีศึกษา พบว่าวิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ สามารถลดรอบเวลาการผลิตลงได้จากเดิม 2.00 นาที ลดลงเหลือ 1.23 นาที และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 ของกรณีศึกษาได้เท่ากับ 70.36 เปอร์เซ็นต์ และในการทดสอบกับปัญหามาตรฐานทั้ง 128 ปัญหา พบว่าวิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้ทั้งหมด 128 ปัญหา

ABSTRACT

TITLE : VARIABLE NEIGHBORHOOD STRATEGY ADAPTIVE SEARCH FOR ASSEMBLY LINE BALANCING PROBLEM TYPE 2 WHEN CONSIDER NUMBER OF TYPE MACHINE USED IN EACH WORKSTATION

AUTHOR : GANOKGARN JIRASIRILERD

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : PROF. RAPEEPAN PHITAKHASO, Ph.D.

KEYWORDS : ASSEMBLY LINE BALANCING PROBLEMS TYPE 2, VARIABLE NEIGHBORHOOD STRATEGY ADAPTIVE SEARCH

This research aimed to apply a Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search (VaNSAS) to solve the assembly line balancing problem type 2 in the case of considering the number of types of machines used at each work station and the assembly line balancing problem type 2 of 128 standard problems. The objective was to minimize the cycle time (c). The Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search Method (VaNSAS) was applied and developed as a new method in order to solve the problem. This method included five steps which were: 1) Generating a set of tracks, 2) deciding which tracks to operate in the specified black box, 3) operating the black box, 4) updating the tracks, and 5) repeating steps 2 to step 4. The computational results showed that the Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search was able to reduce the cycle time from 2.00 minutes to 1.23 minutes as well as increase the effectiveness of the assembly line to 70.36%. As for 128 standard problems testing results, the Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search could find the optimal solutions for all 128 standard problems.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การแก้ไขปัญหการวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้นโดยวิธีการ
 วิศวกรรมการโดยใช้ผลต่าง

ผู้วิจัย : จิตตราพร ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณวุฒิบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.นุชสรุา เกรียงกรกฎ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ

คำสำคัญ : วิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่าง, การวางผังสิ่งอำนวยความสะดวก
 แบบหลายชั้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเมตาฮิวริสติกโดยใช้วิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ไขปัญหา เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดในการวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้น โดยมีเป้าหมายเป็นค่าขนย้ายวัสดุต่ำที่สุดและมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานสูงสุด จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลกับวิธี MULTIPLE และ SABLE

ในงานวิจัยได้ทดลองวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้นกับตัวอย่างปัญหา 11-1, 11-2, 12, 12-1, 21-2 และ 21-3 โดยใช้วิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างแบบพื้นฐาน คือ DE/rand/1/bin และ DE/rand/2/bin และแบบปรับปรุงคำตอบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งพบว่าทั้ง 3 วิธี สามารถค้นหาคำตอบได้ค่าที่ดีที่สุดที่ต่ำกว่าวิธี MULTIPLE โดยวิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างแบบปรับปรุงให้คำตอบที่ดีที่สุดมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธี MULTIPLE 52.67%, 14.02%, 15.89%, 32.10%, 20.01% และ 36.92% ในปัญหา 11-1, 11-2, 12, 21-1, 21-2 และ 21-3 ตามลำดับ และในปัญหา 11-1, 21-1, 21-2 และ 21-3 วิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างแบบปรับปรุงคำตอบสามารถค้นหาคำตอบได้ค่าที่ดีที่สุดที่มีประสิทธิภาพมากกว่าคำตอบจากวิธี SABLE 6.75%, 15.85%, 2.76% และ 27.56% ตามลำดับ

สรุปได้ว่าวิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างแบบพื้นฐานและแบบปรับปรุง สามารถแก้ไขปัญหการวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้นได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพ โดยวิธีการวิศวกรรมการโดยใช้ผลต่างแบบปรับปรุงให้คำตอบที่ดีกว่า ถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมอื่น เช่น MULTIPLE และวิธีเมตาฮิวริสติกอื่น เช่น SABLE สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหการวางผังสิ่งอำนวยความสะดวกแบบหลายชั้นได้

ABSTRACT

TITLE : THE MULTI-FLOOR FACILITY LAYOUT PROBLEM-SOLVING USING
THE DIFFERENTIAL EVOLUTION METHOD

AUTHOR : JITTRAPORN PALAKAWONG NA AYUTTHAYA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. NUCHSARA KRIENGGORAKOT, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. PREECHA KRIENGGORAKOT, Ph.D.

KEYWORDS : DIFFERENTIAL EVOLUTION, MULTI-FLOOR FACILITY LAYOUT

This research aimed to develop a metaheuristic approach for solving the multi-floor facility layout problem (MFLP). The proposed algorithm was developed by applying and improving the differential evolution algorithm with the target of minimizing the transport material cost and maximizing the adjacency requirement between the facilities. The newly developed DE algorithm was evaluated and then compared with the MULTIPLE and SABLE algorithm.

For MFLP, the Differential Evolution algorithm (DE) methods were tested with 6 data sets following medium scale problems (11-12 departments) 11-1, 11-2, 12 and large scale problems (21 departments) 21-1, 21-2, 21-3 by using DE/rand/1/bin, DE/rand/2/bin and newly developed DE. It was found that all 3 methods were able to find a better optimal solution than that of the MULTIPLE. The newly developed DE algorithm provided a more effective answer than that of MULTIPLE in the following percentage ratio of 52.6%, 14.02%, 15.89%, 32.10%, 20.01%, and 36.92% of the problems 11-1, 11-2, 12, 21-1, 21-2, and 21-3, respectively. Focusing on problem 11-1, 21-1, 21-2 and 21-3, the newly developed DE algorithm was also effective than that of SABLE in percentage ratios of 6.75%, 15.85%, 2.76%, 27.56%, respectively.

It can be concluded that DE and the newly developed answer method were able to contribute to the optimal solution considered as an effective method when compared with another algorithm such as MULTIPLE, and a metaheuristic method such as SABLE. Therefore, they can be used to solve the problem of MFLP.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและการจัดเส้นทางขนส่ง: กรณีศึกษา การหาจุดรับซื้อยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย

ผู้วิจัย : เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส

คำสำคัญ : ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางขนส่ง, ยางพารา, วิธีการแปรผัน, กลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้

งานวิจัยนี้นำเสนอปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางขนส่งแบบสองลำดับขั้น ซึ่งเป็นส่วนขยายของปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางขนส่งแบบมีข้อจำกัดทางทรัพยากร โดยปัญหาในงานวิจัยนี้มีการจัดการกับปัญหาการรวบรวมสินค้าและการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางขนส่งทั้งสองลำดับขั้น ตัวแบบของปัญหามีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้ปริมาณน้ำมันน้อยที่สุดซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทางและประเภทของถนนของทั้งสองลำดับขั้น อีกทั้งมีเงื่อนไขใหม่ที่เพิ่มเข้ามาคือลูกค้าสามารถได้รับบริการได้มากกว่าหนึ่งครั้ง เนื่องจากความซับซ้อนที่มีมาก ทำให้ปัญหาในงานวิจัยนี้มีความยากกว่าปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางขนส่งแบบทั่วไป วิธีการแปรผันกลยุทธ์ในการหาคำตอบใกล้เคียงแบบปรับค่าได้ (Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search: VaNSAS) เป็นวิธีการใหม่ที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ ผลการทดลองพบว่า วิธีการ VaNSAS สามารถแก้ไขปัญหาคณิศศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการอื่นที่นำมาเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า วิธีการ VaNSAS ที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมาก ไม่เพียงแต่มีประโยชน์ในการลดต้นทุนให้กับโลจิสติกส์ของยางพาราเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการเกษตรอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ABSTRACT

TITLE : SOLVING THE LOCATION AND TRANSPORTATION ROUTING
 PROBLEM: A CASE STUDY IN FINDING A RUBBER PURCHASING
 CENTER IN UPPER NORTHEASTERN, THAILAND

AUTHOR : CHALERMCHAT THEERAVIRIYA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : PROFESSOR RAPEEPAN PITAKASO, Ph.D.

KEYWORDS : LOCATION ROUTING PROBLEM, RUBBER, VARIABLE NEIGHBORHOOD
 STRATEGY ADAPTIVE SEARCH

This paper aims to present the 2-Echelon Location Routing Problem (2ELRP) which is a variant of the Capacitated Location-Routing Problem (CLRP). The collection problem and routing decisions at both levels are required. The model is used to minimize total fuel consumption depending on the distance and the road conditions in both echelons. This model could serve a customer more than one time which is considered a new constraint. Due to its complexity, it makes the traditional LRP more difficult to manage. A new Variable Neighborhood Strategy Adaptive Search (VaNSAS) algorithm as a solution approach was introduced to solve the problem. The computational results indicated that the VaNSAS algorithm efficiently solved the problem of the case study and outperformed all of the other compared heuristics in this research. This demonstrates that the proposed VaNSAS is very efficient for both the reduction of rubber logistic costs and the application of other related agricultural industries.

บทคัดย่อ

- เรื่อง : วิธีการค้นหาพื้นที่ข้างเคียงขนาดใหญ่แบบปรับค่าได้สำหรับการแก้ปัญหาการมอบหมายงานแบบหลายชั้น กรณีศึกษา: ฟาร์มเลี้ยงไก่ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์
- ผู้วิจัย : ณัฐนันท์ ประสิทธิ์เตสัง
- ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต
- สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส
- คำสำคัญ : การจัดตารางการผลิต, การมอบหมายงาน, การค้นหาข้างเคียงขนาดใหญ่ปรับค่าได้

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการค้นหาพื้นที่ข้างเคียงขนาดใหญ่แบบปรับค่าได้ (ALNS) เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหการจัดตารางการผลิตและการมอบหมายงานจากกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อให้ได้ผลกำไรจากการดำเนินงานสูงสุด ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาอัลกอริทึมขึ้นจำนวน 3 วิธีการ ได้แก่ ALNS1, ALNS2 และ ALNS3 ซึ่งเกิดจากการผสมผสานของวิธีการทำลายค่าคำตอบกับวิธีการยอมรับค่าคำตอบแบบต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยมุ่งหวังให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับกรณีศึกษา ในการดำเนินการวิจัยนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหสำหรับกรณีศึกษา ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวไปแก้ปัญหาก็กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยการทดสอบกับโปรแกรม Lingo ผลการทดสอบพบว่า ในกลุ่มปัญหาขนาดเล็กแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหได้ แต่ในกลุ่มปัญหาขนาดกลางและขนาดใหญ่นั้นสามารถหาค่าคำตอบได้แต่ใช้เวลาในการประมวลผลมากเกินไป 72 ชั่วโมง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำอัลกอริทึม ALNS1, ALNS2 และ ALNS3 มาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาจริงและทำการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมโดยการเปรียบเทียบกับผลของโปรแกรม Lingo โดยผลการทดสอบพบว่า อัลกอริทึม ALNS1 เป็นอัลกอริทึมที่ดีที่สุดในการหาค่าคำตอบ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า อัลกอริทึมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดได้คือ มีผลกำไรจากการดำเนินงานสูงสุด เท่ากับ 114,462,392.59 บาท

ABSTRACT

TITLE : ADAPTIVE LARGE NEIGHBORHOOD SEARCH ALGORITHM FOR
A MULTI LEVEL ASSIGNMENT PROBLEM: A CASE STUDY OF
CHICKEN FARM IN BURIRAM PROVINCE

AUTHOR : NATTHANAN PRASEERATASANG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : PROF. RAPEEPAN PITAKASO, Ph.D.

KEYWORDS : SCHEDULING, ASSIGNMENT, ADAPTIVE LARGE NEIGHBORHOOD
SEARCH

This research presented an adaptive large neighborhood search (ALNS) used to solve multi-level assignment problems: a case study of a chicken farm in Buriram with the purpose of gaining the optimal operating profit. The researcher developed three algorithms i.e. ALNS1, ALNS2 and ALNS3 by the integration of destroy and acceptance with the answers that aimed to resolve the case study's problems effectively and appropriately. The mathematical model was developed by the researcher and was used to solve the problem where the samples were divided into three groups; small, medium, and large problem. By testing with the Lingo program, the results showed that this model could be employed to solve the problem for small group. However, for the medium and large problem groups, an answer could be found but the processing time exceeded 72 hours. Therefore, ALNS1, ALNS2 and ALNS3 algorithms were adopted with the actual case study to test the effectiveness by comparing it with the results of Lingo program. The results indicated that ALNS1 was the optimal algorithm to find the answer. Therefore, it is concluded that the algorithm developed by the researcher could find the best answer with the highest operating profit of 114,462,392.59 baht.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ
 ในอุตสาหกรรมสุขภาพ
 ผู้วิจัย : นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา
 ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณุภีบัณฑิต
 สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิต ภูนิคม
 คำสำคัญ : พาหนะลำเลียงอัตโนมัติ AGV, การประเมินดัชนีความผิดปกติ,
 หลักการยศาสตร์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหา พร้อมทั้งการออกแบบระบบการลำเลียงขน ด้วยยานพาหนะอัตโนมัติ AGV (Automated Guided Vehicle) และการทดสอบสมรรถนะ โดยการเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) เทคนิคการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ FSUDEE การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานทางด้านการยศาสตร์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจการออกแบบ

ผลการวิจัยในการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ทั้งหมด 4 สถานี ก่อนปรับปรุง พนักงานมีความเมื่อยล้าจากการเดินขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ โดยค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.25 คะแนน หลังการปรับปรุง โดยการใช้ ยานพาหนะอัตโนมัติ AGV ขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ ผลค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) มีค่าเท่ากับ 0 ประสิทธิภาพของยานพาหนะอัตโนมัติ AGV โดยใช้โปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino IDE พร้อมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ควบคุมการทำงานของยานพาหนะอัตโนมัติ AGV ขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์วิ่งตามเส้น ด้วยความเร็ว 1 m/sec ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการทดสอบคือ 12 โวลต์ 50 แอมแปร์/ชั่วโมง การชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งใช้งานได้นาน 12 ชั่วโมง ค่าความแม่นยำในการหยุด 90 % น้ำหนักการบรรทุก 10 กก. จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สามารถนำยานพาหนะอัตโนมัติ AGV เข้ามาทดแทนแรงงานคนได้

ABSTRACT

TITLE : THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF SPECIMEN HANDLING SYSTEMS
BY USING AUTOMATED VEHICLES IN HEALTHCARE

AUTHOR : NUNTHAPHAN KANOKSIRIRUJISAYA

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. KANITSORN POONIKOM, Ph.D.

KEYWORDS : AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV), ABNORMAL INDEX (AI),
ERGONOMICS

The objectives of this research were to (1) study a process of medical specimen transport, (2) identify its problems, (3) design the handling system by using Automated Guided Vehicle (AGV) and (4) test the competencies through Quality Conversion Function (QFD), the FSUDEE product analysis, and a postural ergonomic analysis to make a decision on the design.

The research results were as follows: (1) regarding the medical specimen transport at four stations before improvement, it showed that the staff were tired from delivering the medical specimens. The average of the abnormal index (AI) was over 3.25. (2) After the improvement of the medical specimen transport via AGVs, the abnormal index was equal to 0. (3) With the efficiency of the AGVs which were programmed on Arduino IDE and inserted with sensors to control their performances, the vehicles could run along the lines at a speed of 1 m/sec. The type of the battery used in the experiment was the 12-volt 50 Ah/hr with 12 hours of battery life per charge. The stopping accuracy reached 90% and the load capacity was 10 kg. From the economic analysis, it indicated that AGVs could be a substitute for human labor.

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาวิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่น

ผู้วิจัย : ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. นุชสรา เกรียงกรกฎ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เกรียงกรกฎ

คำสำคัญ : วิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง, การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่น, อัลกอริทึม, การค้นหาเฉพาะที่

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่น สำหรับการแก้ปัญหาและหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยมีเป้าหมายคือเวลางานเสร็จช้าสุดต่ำที่สุด จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยที่ผ่านมา

สำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่นและการปรับเปลี่ยนค่าพิกัดด้วยวิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างกับการค้นหาเฉพาะที่ และเปรียบเทียบกับกลุ่มปัญหาตัวอย่างของ Kacem และคณะ เป็นกลุ่มปัญหาขนาดเล็ก การปรับเปลี่ยนค่าในพิกัดแบบ “DE/rand/1” ร่วมกับ Exponential Crossover 2 Position และแบบ “DE/best/2” ร่วมกับ Exponential Crossover 2 Position มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.43 กลุ่มปัญหาตัวอย่างของ Brandimarte เป็นกลุ่มปัญหาขนาดกลาง การปรับเปลี่ยนค่าในพิกัดแบบ “DE/rand/1” ร่วมกับ Exponential Crossover 2 Position มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 6.47 และกลุ่มปัญหาตัวอย่างของ Dauzere-Pere และ Paulli เป็นกลุ่มปัญหาขนาดใหญ่ การปรับเปลี่ยนค่าในพิกัดแบบ “DE/rand/1” ร่วมกับ Binomial Crossover (พื้นฐาน) มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 13.52 ผลการเปรียบเทียบวิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างเปรียบเทียบกับเมตาฮิวริสติกวิธีอื่น พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่าของ Girish and Jawahar (2009) ที่ใช้วิธีของ PSO เท่ากับ 7.75 ส่วนของการปรับปรุง DE เท่ากับ 5.08 ซึ่งต่ำกว่าและงานของ Chen et al. (1999) ที่ใช้วิธีการของ GA มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 ส่วนของการปรับปรุง DE เท่ากับ 5.08 ซึ่งสูงกว่า แต่มีบางปัญหาที่มีค่าเวลาเสร็จงานช้าสุดต่ำที่สุดเท่ากับและดีกว่า

ตั้งนั้นสรุปได้ว่า วิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างแบบพื้นฐานและวิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างแบบปรับปรุงคำตอบเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเมตาฮิวริสติกอื่น ๆ ที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งยืดหยุ่นได้

ABSTRACT

TITLE : THE DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM DEVELOPMENT FOR FLEXIBLE JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM

AUTHOR : PRASERT SRIBOONCHANDR

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : ASSOC. PROF. NUCHSARA KRIENGGORAKOT, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. PREECHA KRIENGGORAKOT, Ph.D.

KEYWORDS : DIFFERENTIAL EVOLUTION, FLEXIBLE JOB SHOP SCHEDULING, ALGORITHM, LOCAL SEARCH

This research aimed to study and develop the differential evolution for flexible job shop scheduling problem (FJSP). The developed algorithms was evaluated to find a solution and the best answer for operation time reduction. Then, it was compared with the meta-heuristics from the literature review.

For the investigation of FJSP process, the change of coordinates was adjusted using the differential evolution with local search. Furthermore, it was compared to the problem group with the makespan and the mean relative error (% MRE) was invested. It was found that the sample group of Kacem et al. was a small problem group. The adjusted value of "DE/rand/1" and exponential crossover 2 position and "DE/best/2" and exponential crossover 2 position was at the %MRE of 1.43. The Brandimarte was a medium-size problem. The value adjusted with "DE/rand/1" and exponential crossover 2 position obtained a mean relative error of 6.47. Moreover, the sample group of Dauzere-Pere and Paulli was a large problem group with the adjusted value of "DE/rand/1" and binomial crossover (baseline) that resulted in a mean relative error of 13.52. The comparison between DE and other methods indicated that the mean relative error was lower than the finding of Girish and Jawahar (2009) with the PSO method as 7.75. The improvement of DE resulted in 5.08, which was lower than that of Chen et al. (1999) using the GA method. The %MRE was 2.08. The DE improvement

was 5.08, which was higher. However, there were some problems that came up equally to and better than the makespan.

Therefore, the results indicated that when comparing to the other meta-heuristic methods, the further performed DE by using basic DE and improved DE were effective methods. Hence, it could be used to solve FJSP.

บทคัดย่อ

เรื่อง : เทคนิคการติดตามการสึกหรอเครื่องมือทางอ้อมสำหรับกระบวนการเสียดทานแบบกวนของอะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิว

ผู้วิจัย : รุ่งวสันต์ ไกรกลาง

ชื่อปริญญา : ปรัชญาคุณภักดิ์

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.จริยาภรณ์ อุ่นวงศ์

คำสำคัญ : อะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิว, กระบวนการเสียดทานแบบกวน, การสึกหรอเครื่องมือ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษากลไกและรูปแบบการเกิดการสึกหรอของเครื่องมือในการเตรียมอะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิว AA5052 เสริมแรงด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ด้วยกระบวนการเสียดทานแบบกวน และเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจติดตามการสึกหรอของเครื่องมือระหว่างในการเตรียมอะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิว เริ่มจากการทดลองหาพารามิเตอร์เบื้องต้นเพื่อหาขอบเขตการขึ้นรูปที่เป็นไปได้ การออกแบบการทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการขึ้นรูปสำหรับปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ เพื่อให้ได้พารามิเตอร์ที่ทำให้ได้สมบัติทางกลของชิ้นงานดีที่สูง และทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องมือที่ต่ำ นำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบระบบการตรวจติดตามการสึกหรอของเครื่องมือระหว่างกระบวนการด้วยสัญญาณแรงสั่นสะเทือนระหว่างกระบวนการขึ้นรูป

ผลการดำเนินงานพบว่า กลไกการสึกหรอของเครื่องมือในการขึ้นรูปวัสดุอะลูมิเนียมเชิงประกอบพื้นผิวด้วยกระบวนการเสียดทานแบบกวน มีรูปแบบกลไกการสึกหรอแบบขูดขีดจากสามชิ้นส่วน โดยปัจจัยจำนวนการเดินกวนซ้ำมีอิทธิพลต่อการสึกหรอของเครื่องมือสูงที่สุด ระดับปัจจัยที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ คือระดับปัจจัยของจำนวนการเดินซ้ำแนวกวนจำนวน 2 ครั้ง ระดับความเร็วรอบที่ 1000 รอบต่อนาที และความเร็วเดินกวนที่ 30 มิลลิเมตรต่อนาที เมื่อนำระดับปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ขนาดสัญญาณการสั่นสะเทือนบนโดเมนความถี่ที่ความถี่ 33.5 Hz และความถี่ 50.1 Hz ค่อนข้างมีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์การสึกหรอของเครื่องมือในการขึ้นรูปอะลูมิเนียมเชิงประกอบด้วยกระบวนการเสียดทานแบบกวน กล่าวคือแนวโน้มของสัญญาณการสั่นสะเทือนจะลดลงเมื่ออัตราการสึกหรอของเครื่องมือเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะทางการเดินกวนที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

ABSTRACT

TITLE : INDIRECT TOOL WEAR MONITORING TECHNIQUE IN FRICTION STIR
PROCESSING OF ALUMINIUM SURFACE COMPOSITE

AUTHOR : RUNGWASUN KRAIKLANG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING

ADVISOR : JARIYAPORN ONWONG, Ph.D.

KEYWORDS : ALUMINIUM SURFACE COMPOSITES, FRICTION STIR PROCESSING,
TOOL WEAR

The objectives of this research are to study tool wear mechanisms and patterns in fabrication of aluminum surface composites reinforced with silicon carbide particles by friction stir processing and to develop a method for a monitoring tool wear during the fabrication of aluminum surface composites. First, the experiment for finding the preliminary parameters was conducted. Next, the design of experiment for multi-objective optimization using Grey relation analysis was utilized to predict the optimum combination of the friction stir process parameters and to achieve maximum tensile strength and minimum tool wear rate. Last, previous experimental results were employed in the design of the tool wear monitoring system using the vibration signal during the process.

The results showed that the tool wear mechanism of aluminum surface composites by friction stir processing is a three-body abrasive wear. The number of pass factors has the highest influence on tool wear. The appropriate level of multi-objective optimization using Grey relation analysis is at the number of pass during the 2nd pass, rotational speed at 1000 RPM, and the traverse speed at 30 mm/min. When applying such factors to analyze the vibration signal at frequency 33.5 Hz and 50.1 Hz, it was found to be quite a suitable condition for the analysis of tool wear in fabrication of aluminum surface composites by friction stir processing. In other words, vibration signals tend to decrease clearly when the tool wear rate increases as the increasing of traverse distance.