รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเพิ่มประสิทธิภาพของการอบแห้งในโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

Drying optimization for blocked rubber STR20 industry

คณะนักวิจัย

ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์, ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร และนางสาวพฤกระยา พงศ์ยี่หล้า

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2558 รหัสโครงการ ENG580308b

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ

(ภาษาไทย) การแก้ปัญหากลิ่นและการอบแห้งยางของโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

(ภาษาอังกฤษ) The Solving of Odor Problem and Rubber Drying for STR20 Industry

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การเพิ่มประสิทธิภาพของการอบแห้งในโรงงานผลิตยางแท่ง STR20

(ภาษาอังกฤษ) Drying optimization for blocked rubber STR20 industry

คณะวิจัย

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ	ผศ.ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่อยู่	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ม.สงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์	074-287283 หรือ 074-287055 ถึง 6 โทรสาร : 074-558833
อีเมล	pornsiri.k@psu.ac.th
ชื่อ-สกุล นักวิจัยร่วมคนที่ 1	รศ.ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่อยู่	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ม.สงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์	0-7428-7055 โทรสาร 0-7421-2896
อีเมล	juntima.c@psu.ac.th
ชื่อ-สกุล นักวิจัยร่วมคนที่ 2	นางสาวพฤกระยา พงศ์ยี่หล้า
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่อยู่	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ม.สงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์	085-343-3303
อีเมล	prukraya.a@hotmail.com

บทคัดย่อภาษาไทย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการออกแบบสภาวะการอบแห้งที่ดีที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งในโรงงานผลิตยางแท่ง STR20 และรับรองผลของสมบัติยางหลังอบผ่านมาตรฐานยางไทย ข้อมูลการทดลองทั้ง 114 ข้อมูลได้ถูกนำมาสร้างสมการพหุนามกำลัง 2 และ 3 ชนิดมีความสัมพันธ์และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุท เพื่อหาความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดของเวลาและอุณหภูมิอบแห้งต่อค่าสมบัติของยาง ได้แก่ ค่าความชื้นสุดท้ายในยางแผ่น (% MC) ค่าความอ่อนตัวเริ่มต้น (P_0) และค่าดัชนีความอ่อนตัว (PRI) โดยใช้โปรแกรม MATLAB (ฟังก์ชัน fminsearch) ซึ่งกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ ผลต่างกำลังสองของค่าที่ทำนายได้กับข้อมูลการทดลองน้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่า สมการพหุนามกำลังสามชนิดมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิอบแห้งให้ค่าความคลาดเคลื่อน, SSE และ MSE ต่ำที่สุดคือ 1.468 และ 0.489 ตามลำดับ

หลังจากนั้นสมการทำนายค่าสมบัติดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบสภาวะดำเนินการที่ดีที่สุดโดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ สภาวะดำเนินการคงที่ และสภาวะดำเนินการที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบขั้น สำหรับการออกแบบกรณีที่ 2 ซึ่งเป็นการออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพชนิดพลวัต งานวิจัยนี้จึงสร้างสมการอัตราการเปลี่ยนแปลงสมบัติของยางจากข้อมูลที่ทำนายได้เพื่อลดข้อจำกัดของความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลการทดลอง โดยผลการออกแบบกรณีที่ 1 พบว่า สภาวะดำเนินการที่ดีที่สุด คืออบแห้งที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2.3 ชั่วโมง และสภาวะดำเนินการที่ดีที่สุดในกรณีที่ 2 คือ อบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0.8 ชั่วโมงและลดอุณหภูมิลงเหลือ 116 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง (รวม 1.3 ชั่วโมง) โดยทั้ง 2 กรณีให้ค่าสมบัติยางผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่ง STR20 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า สภาวะดำเนินการที่ออกแบบในกรณีที่ 2 สามารถประหยัดพลังงานได้ 38 kW.h (ต่อตันยางแห้ง) และประหยัดค่าไฟได้สูงถึง 209,875 บาทต่อปี ที่กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

Abstract

This research has focused on drying optimization for blocked rubber STR20 industry to guarantee dried product qualities. Initially, a set of polynomial equations (degree 2 and 3), which is the correlation of inputs (drying time and temperature) and outputs (moisture content, initial plasticity and plasticity retention index), has been developed with and without relative changes in both the inputs and the outputs based the experimental data sets (114 data). The optimum coefficients have been determined via MATLAB program (fminsearch function) by minimizing sum square difference between the predicted and experimental output. The simulation results show that polynomial of degree 3 with input interaction terms gives lowest prediction error, SSE = 1.468 and MSE = 0.489.

The prediction equations have further been used for optimization purpose; two types of optimization problems have been investigated such as constant and step-change of the desired operating variables. For the second optimum problem, since of the dynamic optimization requirement the change rate equations of the product qualities have been proposed in this research based the predicted data set to overcome the limitation of the experimental discontinuous. Optimum results reveal for the first case that the rubber product qualities could be satisfied by operating at 116°C for 2.3 hour. However, the minimum drying time and satisfaction of product qualities could be achieved in the second case by initially operating at 140 $^{\circ}$C for 0.8 hour, and afterward at 116 $^{\circ}$C for 0.5 hour (1.3 hour). Through the economic analysis, this could save the energy of 38 kW.h per ton of dry material as well as could save the electrical expenses of 209,875 baths per year with product capacity of 10 ton per day.