

ภาคผนวก ค.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

The 6th Graduate Research Conference 2012





สำนักงานโครงการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รวมบทความ

ประจำปีการศึกษา 2555

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

2012

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์

AISI 2205 (Duplex Stainless Steel)

นายวิเชียร สุวรรณพล^{*}
สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล^{**}
สันติรัฐ นันสะอาง^{***}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex Stainless Steel) ตัวแปรต้นมีความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการกัด ตัวแปรตามคือ ความเรียบผิว เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เครื่องกัดซีเอ็นซี เครื่องวัดความเรียบผิว ชิ้นงานทดสอบเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex Stainless Steel) วัสดุดอกกัดเหล็กชุบแข็ง (HSS) การศึกษาพบว่า อิทธิพลหลักด้านความลึกในการกัด มีผลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Abstract

This research aims to study the effect of parameters in the milling process on the properties a stainless steel. Duplex AISI 2205 (Duplex Stainless Steel) The variables is a Speed, Feed rate and Depth of Cut. The Dependent variables is surface roughness (RA). Equipment used in the experiment .Include CNC milling. Surface roughness measurement. Specimens IS Stainless steel Duplex. Materail of the end mill is High speed steel. The study found that. Main affect the depth of cut in the surface roughness at the level .05.

^{*} หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{**} รองศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{***} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1. บทนำ

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมผลิตอาหารและเคมี มีความต้องการอย่างมากที่จะนำเหล็กกล้าไร้สนิมมาทำแม่พิมพ์เพื่อไม่ให้เกิดความเสี่ยงต่อร่างกาย [1] กระบวนการผลิตมีเป้าหมายเพื่อขึ้นรูปโลหะให้มีรูปร่างที่ต้องการ การผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดและต้องการความเที่ยงตรงสูง การใช้เครื่องมือตัดมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของชิ้นงาน เช่น ความหยาบผิว [2] ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวงานต่อสมบัติเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex Stainless Steel)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex stainless steel)

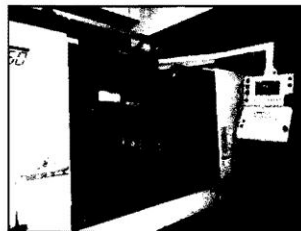
3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาการกัดเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 2205 ปัจจัยหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราป้อนตัดและความลึกในการกัด เครื่องจักรที่ใช้ในการทดลอง คือ เครื่อง CNC Milling เครื่องทดสอบหาค่าความขรุขระของพื้นผิว ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง คอกกัด เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เป็นต้น ในการทดลองได้ใช้เครื่อง CNC Milling ที่สามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100 - 4,000 รอบ/นาที โดยกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรในการทดลองได้แก่ ตัวแปรอิสระประกอบด้วย ความเร็วรอบ ประกอบด้วย 775, 825 และ 875 รอบ/นาที ความลึกในการป้อนลึกที่ระดับ 0.1 , 0.2, 0.3 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 6.5 , 7 และ 7.5 มิลลิเมตร/นาที ส่วนตัวแปรตามคือคุณภาพของผิวงาน(โดยวัดค่าความเรียบของพื้นผิว) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงานกัด

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ในการศึกษาวิจัยนี้เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองหลายชนิด เครื่องมือหลักที่ต้องใช้ในงานทดลองเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำจนเสร็จสิ้นกระบวนการ ได้แก่

3.2.1 เครื่อง CNC Milling สามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100 – 4,000 รอบ/นาที



รูปที่ 3.1 เครื่อง CNC Milling รุ่น T-POW MH1050 HERVY DUTY

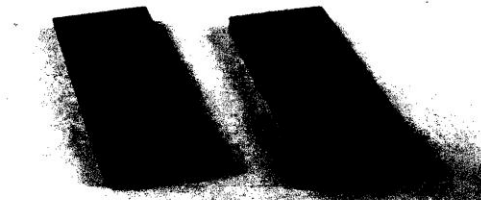
การประมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

3.2.2 เครื่องวัดความเร็วผิว เครื่องหมายการค้า Mahr รุ่น PSI ใช้ตรวจสอบความ ขรุขระของพื้นผิว ของชิ้นทดสอบ



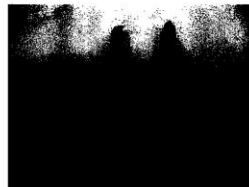
รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความเร็วผิว

3.2.3 วัสดุชิ้นงาน วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 2205 ขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร และความหนา 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.3 ชิ้นงาน

3.2.4 ดอกกัด แบบสองคมตัด เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.4 ดอกกัด

การประยุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

3. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ลำดับการทดลองจะสุ่มเลือกชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรมทางสถิติแล้วบันทึกลำดับการทดลองในตารางที่ 1 ทดลองภายใต้เงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 54 ชิ้น

ตารางที่ 3.1 สุ่มชิ้นงานสำหรับการทดลอง

ความเร็วรอบ ในการกัด (รอบ/นาที)	ระยะป้อนลึก (มม.)	อัตราป้อน (mm/min)					
		6.5		7		7.5	
775	0.1	1	28	47	49	15	30
	0.2	51	31	2	32	49	33
	0.3	19	34	29	35	6	36
825	0.1	3	37	11	38	12	39
	0.2	13	4	14	41	5	42
	0.3	43	16	44	17	18	45
875	0.1	7	46	20	8	21	48
	0.2	22	54	23	50	24	52
	0.3	25	9	26	53	27	10

4. ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

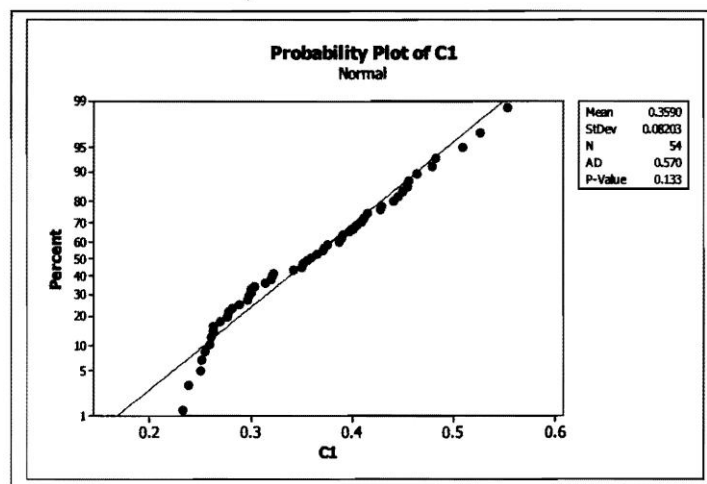
ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองคือค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ ออกแบบไว้ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ค่าความเรียบผิวที่ได้อยู่ในขอบเขตของผิวงานที่ได้จากการเจียรนัย ($R_a = 0.1 - 1.6 \mu m$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

การประมูมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความเรียบผิวงานกัด (Ra) ที่วัดได้จากการทดลอง

ความเร็ว รอบ ในการกัด (rpm/min)	ระยะป้อน ลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		6.5		7		7.5	
775	0.1	0.2498	0.4784	0.2586	0.3141	0.3552	0.2808
	0.2	0.3212	0.4540	0.4451	0.3030	0.2620	0.4640
	0.3	0.3891	0.3197	0.5261	0.4007	0.4551	0.2886
825	0.1	0.3207	0.2542	0.2319	0.2375	0.3752	0.2597
	0.2	0.3718	0.4495	0.2509	0.2619	0.27639	0.4273
	0.3	0.4084	0.2997	0.4817	0.2974	0.5527	0.3508
875	0.1	0.2775	0.2997	0.2964	0.3707	0.3586	0.4285
	0.2	0.2697	0.5084	0.4152	0.4407	0.3974	0.4040
	0.3	0.4118	0.3873	0.3652	0.3907	0.3498	0.3418

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วดัด อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วย โปรแกรมทางสถิติ ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า 0.05 คือ 0.133 ดังแสดงในรูปที่ 3.5



การประมณำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

รูปที่ 4.1 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติค่าความเรียบของผิวงานของการทดลอง
ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง (R_a) ที่ได้นำวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด ดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ ANOVA ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: ความเรียบผิว					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.161 ^a	26	.006	.857	.652
Intercept	6.961	1	6.961	961.650	.000
spee	.011	2	.006	.764	.475
depth	.058	2	.029	3.990	.030
feed	.003	2	.002	.222	.802
spee * depth	.015	4	.004	.529	.715
spee * feed	.021	4	.005	.717	.587
depth * feed	.018	4	.004	.605	.662
spee * depth * feed	.036	8	.004	.614	.758
Error	.195	27	.007		
Total	7.318	54			
Corrected Total	.357	53			

จากการศึกษา พบว่า อิทธิพลหลัก ด้านความลึกในการป้อนกัด ส่งผลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ ดังตารางที่ 4

การประมณำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ตารางที่ 4.3 ตารางวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่โดยวิธี LSD ต่อความเรียบผิว

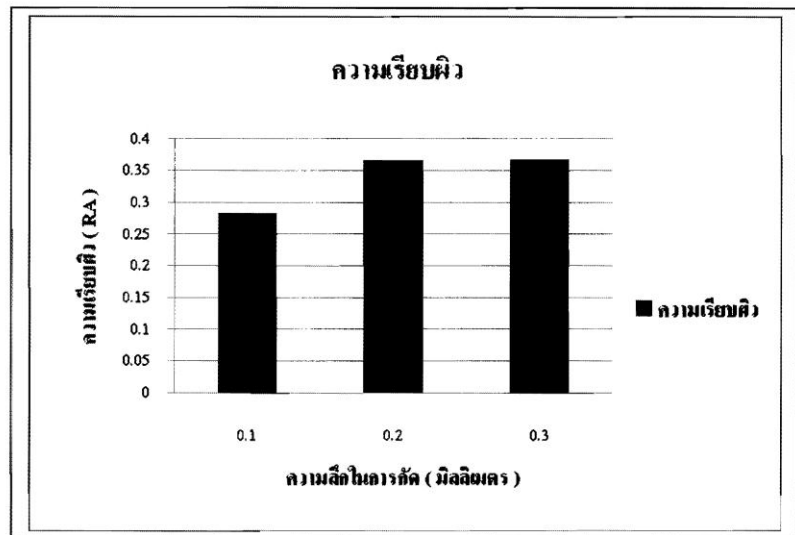
Multiple Comparisons						
ความเรียบผิว						
LSD						
(I) ความ สึกในการกัด	(J) ความ สึกในการกัด	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound
0.1	0.2	-.059755 [*]	.0283605	.045	-.117946	-.001564
	0.3	-.076097 [*]	.0283605	.012	-.134288	-.017906
0.2	0.1	.059755 [*]	.0283605	.045	.001564	.117946
	0.3	-.016342	.0283605	.569	-.074533	.041849
0.3	0.1	.076097 [*]	.0283605	.012	.017906	.134288
	0.2	.016342	.0283605	.569	-.041849	.074533

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .007.
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความสึกในการป้อนกัดที่ระดับต่าง ๆ

ความสึกในการป้อนกัดที่ ระดับ	0.1	0.2	0.3
0.1		*	*
0.2			0.569
0.3			

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับความลึก ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

การวิเคราะห์ของระดับความลึก พบว่าความลึกในการป้อนกัด ในระดับ 0.1 มิลลิเมตรส่งผลต่อความเรียบผิวที่แตกต่างระหว่างความลึกในการป้อนกัดในระดับ 0.2 และ 0.3 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ตามตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.2

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex stainless steel) โดยศึกษาความเรียบของผิวงาน โดยใช้ดอกกัด HSS กัด เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองได้แก่ความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึก เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกัด CNC เครื่องวัดค่าความขรุขระของพื้นผิว การวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการทดลองคือ ตัวแปรต้นได้แก่ความเร็วตัด อัตราป้อนและความลึกในการป้อน ตัวแปรตามได้แก่ ค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน กำหนดให้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 775, 825, 875 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับ คือ 6.5, 7 และ 7.5 มม./นาที และความลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.1, 0.2 และ 0.3 มม. ชิ้นงานมีความกว้างขนาด 50 มม. ยาว 100 มม. หนา 10 มม. / ชิ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

แบบ 3 ค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ANOVA และค่าระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5% ($Q = 0.05$) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยหลัก (Main Effects) ด้านความลึกในการกัดมีค่าสำคัญทางสถิติ = .030 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยหลักมีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน ความเร็วรอบ มีค่าสำคัญทางสถิติ = .475 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน อัตราป้อนมีค่าสำคัญทางสถิติ = .802 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน ดังนั้นสรุปได้ว่า อิทธิพลหลัก ด้านความลึกในการป้อนกัด ส่งผลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

ปัจจัยหลัก (Main Effects) ระยะความลึกในการกัดมีผลต่อ ความเรียบผิว ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ AISI 2205 (Duplex stainless steel) โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง เนื่องจาก ระยะความลึกในการกัดที่ต่ำเกิดจากแรงเสียดทานระหว่างมีดตัดและชิ้นงานต่ำส่งผลให้ความเรียบผิวสูงกว่าระยะความลึกในการกัดที่สูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย [3] พบว่า เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำจะส่งผลทำให้ความเรียบผิวมาก

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ได้สำเร็จล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจาก รศ. สันติรัฐ นันตะอาจ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานที่ปรึกษา รศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล ให้ความอนุเคราะห์เป็นที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือให้คำปรึกษาชี้ขอบกรอบต่าง ๆ รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้นขอขอบพระคุณ คณะครู อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี คณะครู อาจารย์ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ครุภัณฑ์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้รวมทั้งบุคลากรอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม

สุดท้ายนี้ขอใช้งานวิทยานิพนธ์เล่มนี้ซึ่งแทนความสำเร็จอีกก้าวหนึ่งในการทดแทนพระคุณของ บิดามารดา และครูอาจารย์ ผู้มีพระคุณทั้งหลาย ตลอดจนครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนต่อการศึกษาย่างมั่นคง และสม่ำเสมอ จนทำให้งานวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

เอกสารอ้างอิง

สมาคมพัฒนาสแตนเลสไทย, “ การเลือกใช้สแตนเลส และเทคนิคการเชื่อมสแตนเลส ”, [Online]

<http://www.tssda.org>

รศ.คมกัณ จิระภัทรศิลป์, 2550, [Online], Available: www.ptconline.org/imglib/staff/file/komson_000212.doc

ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย, 2551, การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวในการกัดเหล็กกล้า

เครื่องมืองานเย็น D2, วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม

อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,

หน้า 59-61.