รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญจนา กาญจนสุนทร . 2539 . ส่วนผสมที่เหมาะสมของวัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนการผลิตพีวีซีชนิดยืดหยุ่น . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และ พรพิจิตร ประทุมทอง. 2533. กรรมวิธีการผลิต : สมาคมเทคโนโลยี ไทย - ญี่ปุ่น .

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร . 2536 . สถิติสำหรับงานวิศวกรรม . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาคร คันธโชติ . 2528 . กรรมวิธีการผลิต . พิมพ์ครั้งที่ 1 : O.S. Printing House Co., Ltd

สุขชีพ โลพันธ์ศรี . 1995 . การศึกษาเงื่อนไขการกลึงเหล็กหล่อสีเทาด้วยมีดกลึงชนิดคาร์ไบด์และมีดกลึงเซอรามิก . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ไสว สุขวิทยาวงษ์ . 1991 . การศึกษาสภาวะการตัดที่เหมาะสมที่สุดระหว่างมีดตัดคาร์ไบด์และมีดโค๊ด . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ภาษาอังกฤษ

Amstead , B. H. , Ostwald , Phillipe , and Begeman , Myron . L. 1987 . Manufacturing Process : John Wiley & Son , Inc.

Amstead , B. H. , Ostwald , Phillipe , and Begeman , Myron . L. 1977 . Manufacturing Process . First Edition : John Wiley & Sons , Inc.

Degarmo , E. Paul. 1974 . Material and Process in Manufacturing . Fourth Edition : Macmillan Publishing Co., Inc.

Herbert , W . Yankee. 1979 . Manufacturing Process . First Edition : Prentice-Hall..,Inc

Metger , J.L. 1986 . Superabrasive Grinding : Butterworth & Co (Publishers) Ltd.

Serope , Kalpakjian. 1995 . Manufacturing Engineering And Technology . Third Edition : Addison - Wesley Publishing Company .

Montgomery , Douglas C . 1991 . Design and Analysis of Experiments 4 rd ed. Singapore : John Wiley & Sons.

Montgomery , Douglas C . , and Hines , William W . 1991 . Probability and Statistics in Engineering and Management Science 3 rd ed. USA : John Wiley & Sons.

Sumitomo . 1988 . Cutting Tool Technical Guidance : Sumitomo Electric Industries Ltd.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. ผลการใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOG d, LOG f, LOG V[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Log T

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.947[a]	.898	.892	.2433110

a. Predictors: (Constant), LOG d, LOG f, LOG V

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	29.040	3	9.680	163.510	.000[a]
	Residual	3.315	56	5.920E-02		
	Total	32.355	59			

a. Predictors: (Constant), LOG d, LOG f, LOG V

b. Dependent Variable: Log T

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.328	2.380		5.601	.000
	LOG V	-4.705	.217	-.928	-21.695	.000
	LOG f	-1.076	.242	-.190	-4.451	.000
	LOG d	-.246	1.445	-.007	-.170	.866

a. Dependent Variable: Log T

ผลการใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติของหิน SiC

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOG f, LOG d, LOG V[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Log T

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.918[a]	.843	.835	.17336882

a. Predictors: (Constant), LOG f, LOG d, LOG V

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.042	3	3.014	100.276	.000[a]
	Residual	1.683	56	3.006E-02		
	Total	10.725	59			

a. Predictors: (Constant), LOG f, LOG d, LOG V

b. Dependent Variable: Log T

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	14.298	.729		19.613	.000
	LOG V	-2.784	.187	-.789	-14.913	.000
	LOG d	-2.307	.462	-.264	-4.995	.000
	LOG f	-1.259	.172	-.387	-7.313	.000

a. Dependent Variable: Log T

ผลการใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติของหิน CBN

ภาคผนวก ข. การคำนวนค่าใช้จ่ายในการเจียรผิวเหล็กด้วยหินซิลิกอนด์คาร์ไบด์

เงื่อนไขการเจียรคือความเร็วตัด 80 เมตร/นาที อัตราการป้อน 70 มม./รอบ ความลึกในการตัด 42 ไมครอน/วินาที

ในการใช้เงื่อนไขนี้ในการทำการเจียร สิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดต้นทุนในการผลิตคือ อายุการใช้งานของหินเจียร อายุการใช้งานของหินเจียรสามารถหาได้จากสมการของ Taylor (Taylor's life cutting speed equation)

$VT^n d^X f^Y = C$

V=ความเร็วตัด (เมตร ต่อ นาที)

T=อายุการใช้งานของหินเจียร (นาที)

n,x,y,C =ค่าคงที่ของวัสดุของชิ้นงาน และหินเจียร ($0<n,x,y<=1$, $C>0$)

จากการทดลองจะได้รูปแบบของ Taylor ดังนี้คือ

$VT^{0.21} f^{0.05} d^{0.21}$ = 680.00

ฉะนั้น T = 149 นาที

1.Handling Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการนำชิ้นงานเข้าออกเครื่องจักร และการเคลื่อนที่ของ Tool เข้าและออกจากชิ้นงาน สำหรับการทำงาน 1 รอบการทำงาน และค่าใช้จ่ายนี้จะเป็นค่าคงที่ที่ไม่ข้องเกี่ยวกับความเร็วตัด

Handling Cost = $C_0 \times T_h$

T_h =เวลาที่ใช้ในการ Handling = 0.083 นาที

C_0 = ค่าแรงงานของพนักงานปฏิบัติการ = 0.02 บาทต่อนาที

ฉะนั้น Handling Cost = 0.02 x 0.083 x1000

= 1.66 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

2.Grinding Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเสียเวลาในการเจียรชิ้นงาน สำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วตัด

T_g = Grinding Time

$= (L / fN)$

$= (L\pi D / 1{,}000 V f)$

เมื่อ T_g = เวลาในการเจียรงานต่อ 1 ชิ้นงาน (min.)

L = ความยาวของการเจียร = 15.00 mm.

D = เส้นผ่าศูนย์กลาง = 53.00 mm.

V = ความเร็วในการตัด = 80 mm. / sec.

f = อัตราการป้อน = 70 mm. / rev.

N = ความเร็วหมุน = 3,000 รอบ ./ นาที

c = จำนวน cycle ในการเจียร = 10 รอบ

แทนค่า $T_g = (L\pi D / 1{,}000 V f) \times c$

= (31x3.14x53 / 1,000 x80x70)x10

= 0.27 นาที

= 16.05 วินาที

ซึ่งสมการต้นทุนในการเจียรสามารถเขียนได้ด้วยสมการดังนี้

Grinding Cost = $C_o T_g$

C_o = 0.02 บาท / นาที

ฉะนั้น Grinding Cost = 0.02 x 0.19 x 1000

= 5.35 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

3.Tool Changing Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนหินเจียรสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วตัด

T_c= เวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนหินเจียร = 60 นาที

Tool Changing Cost = $(C_0 \times T_c \times T_g)/T$

= 0.02 x 10 X 0.19 / 212.32 x1000

= 2.15 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

4.Tooling Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้หินเจียรสำหรับ 1 รอบการทำงาน ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับราคาของหินเจียรและอายุการใช้งานของหินเจียร

Tooling Cost = $C_t T_g / T$

C_t = ราคาของหินเจียร = 20 บาท

ฉะนั้น Tooling Cost = 90 x 0.19 / 212.32 x 1000

= 35.87 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

ดังนั้น ต้นทุนรวมสามารถเขียนแทนด้วยสมการ คือ

ต้นทุนรวม = ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต + ต้นทุนในการเจียร + ต้นทุนในการเปลี่ยนหินเจียร + ต้นทุนค่าหินเจียร

Ctotal = $\sum [C_{np}+C_{gr}+C_{tc}+C_{tool}]$

= 45.04 บาท ต่อ 1000ชิ้น

การคำนวณกำลังการผลิตที่เงื่อนไขการผลิตต่างๆ

$T_u = T_h + T_g + (T_c T_g/T)$

T_h =เวลาที่ใช้ในการ Handling = 0.083 นาที

T_g = เวลาในการเจียรงานต่อ 1 ชิ้นงาน (min.) = 0.267 นาที

Tc x Tg)/T = เวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนหินเจียร = 0.108 นาที

T_u = เวลาที่ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น = 0.458 นาที

กำลังการผลิตต่อวัน(เวลาทำงาน 18.25 ชั่วโมงต่อวัน) = 2,390 ชิ้น / วัน

การคำนวนค่าใช้จ่ายในการเจียรผิวเหล็กด้วยหินคิวบิคโบรอนไนไตรท์

<u>เงื่อนไขการเจียร</u>คือความเร็วตัด 80 เมตร/นาที อัตราการป้อน 70 มม./นาที ความลึกในการตัด 20 ไมครอน/วินาที

ในการใช้เงื่อนไขนี้ในการทำการเจียร สิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดต้นทุนในการผลิตคือ อายุการใช้งานของหินเจียร อายุการใช้งานของหินเจียรสามารถหาได้จากสมการของ Taylor (Taylor's life cutting speed equation)

$VT^{n}d^{X}f^{Y} = C$

V=Cutting Speed(m./นาที)

T=Average Tool Life(นาที)

n,x,y,C =ค่าคงที่ของวัสดุของชิ้นงาน และหินเจียร (0<n,x,y <=1 , C>0)

จากการทดลองจะได้รูปแบบของ Taylor ดังนี้คือ

$VT^{0.36}f^{0.83}d^{0.45}$ = 136,702

ฉะนั้น T = 1,274 นาที

1.Handling Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการนำชิ้นงานเข้าออกเครื่องจักร และการเคลื่อนที่ของ Tool เข้าและออกจากชิ้นงาน สำหรับการทำงาน 1 รอบการทำงาน และค่าใช้จ่ายนี้จะเป็นค่าคงที่ที่ไม่ข้องเกี่ยวกับความเร็วตัด

Handling Cost = $C_0 \times T_h$

T_h =เวลาที่ใช้ในการ Handling = 0.083 นาที

C_0 = ค่าแรงงานของพนักงานปฏิบัติการ = 0.02 บาทต่อนาที

ฉะนั้น Handling Cost = 0.02 x 0.083 x 1000

= 1.66 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

2.Grinding Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเสียเวลาในการเจียรชิ้นงาน สำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วตัด

T_g = Grinding Time

= (L / fN)

= ($L\pi D$ / 1,000 V f)

เมื่อ Tm = เวลาในการเจียรงานต่อ 1 ชิ้นงาน (min.)

L = ความยาวของการเจียร = 15 มม.

D = เส้นผ่าศูนย์กลาง = 53 มม.

V = ความเร็วในการตัด = 80 ม. / นาที.

f = อัตราการป้อน = 70 มม. / รอบ

N = ความเร็วหมุน = 3,000 รอบ ./ นาที

c = จำนวน cycle ในการเจียร = 10 รอบ

แทนค่า T_g = ($L\pi D$ / 1,000 V f) x c

= (15x3.14x53 / 1,000 x80x70)x10

= 0.2675 นาที

= 16.05 วินาที

ซึ่งสมการค่าใช้จ่ายสามารถเขียนได้ด้วยสมการดังนี้

Grinding Cost		=	$C_o T_g$	
C_o		=	0.02	บาท/min
ฉะนั้น	Grinding Cost	=	0.02 x 0.17 x 1000	
		=	5.35	บาท ต่อ 1000 ชิ้น

3.Tool Changing Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนหินเจียรสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วตัด

T_c= เวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนหินเจียร	=	120	นาที
Tool Changing Cost	=	$(C_o \times T_c \times T_g)/T$	
	=	0.02 x 466X0.17/244.74 x1000	
	=	0.504	บาท ต่อ 1000 ชิ้น

4.Tooling Cost เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้หินเจียรสำหรับ 1 รอบการทำงาน ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กับราคาของหินเจียรและอายุการใช้งานของหินเจียร

	Tooling Cost	=	$C_t T_g / T$	
	C_t= ราคาของหินเจียร	=	500	บาท
ฉะนั้น	Tooling Cost	=	30,000 x 0.17 / 244.74 x 1000	
		=	104.98	บาท ต่อ 1000 ชิ้น

ดังนั้น <u>ค่าใช้จ่ายรวม</u>สามารถเขียนแทนด้วยสมการ คือ

ค่าใช้จ่ายรวม = Handling Cost + Grinding Cost + Tool Changing Cost + Tooling Cost

$C_u = \sum [C_{np} + C_{gr} + C_d + C_{tooling}]$

= 112.49 บาท ต่อ 1000 ชิ้น

<u>การคำนวณกำลังการผลิตที่เงื่อนไขการผลิตต่างๆ</u>

$T_u = T_h + T_g + (T_c T_g / T)$

T_h =เวลาที่ใช้ในการ Handling	=	0.083	นาที
T_g = เวลาในการเจียรงานต่อ 1 ชิ้นงาน (min.)	=	0.267	นาที
Tc x Tg)/T = เวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนหินเจียร	=	0.025	นาที
T_u = เวลาที่ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น	=	0.376	นาที
กำลังการผลิตต่อวัน(เวลาทำงาน 18.25 ชั่วโมงต่อวัน)	=	2,915	ชิ้น / วัน

การคำนวณ $V_{min\ ,\ cost}$ $V_{max\ ,\ prod}$

กรณีของหิน SiC ที่เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

อัตราการป้อน = 70 มม./รอบ

ความลึกในการตัด = 38 ไมครอน

จากอัตราการป้อน และความเร็วตัดที่กำหนดดังข้างต้นจะทำให้ได้สมการ Tool Life ของหิน SiC ดังต่อไปนี้

$V\ T^{0.21}$ = 237.13

C_o = 0.02 บาท / นาที

t_c = 60 นาที

C_t = 20 บาท

$V_{min\ ,\ cost}$ = $k / [(1/n-1)((C_o t_c+C_t)/C_o)]^{n}$

= $237.13 / [(1/0.21-1)(([0.02 \times 60] + 20)/ 0.02)]^{0.21}$

= 40.8 ม. / นาที

$V_{max\ ,\ prod}$ = $k / [(1/n-1) \times t_c]^{n}$

= $237.13 / [(1/0.21-1) \times 60]^{0.21}$

= 75.2 ม. / นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายภูวดล วงศ์สร้างทรัพย์ เกิดเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2513 ที่ จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2534 หลังจากนั้นได้เข้าทำงานกับเครือซิเมนต์ไทย ประจำอยู่ที่โรงงานในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี แล้วเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย