บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและก้าวไปพร้อมกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นเพื่อสร้างศักยภาพในด้านการผลิตสินค้าต่างๆให้เท่าเทียมกับต่างประเทศ ซึ่งจะนำประเทศไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่และจากการเติบโตของอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อช่วยสนับสนุนอุตสาหกรรมหลักให้สามารถดำเนินการผลิตไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะก็เป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งซึ่งมีบทบาทที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนอุตสาหกรรมหลักของประเทศได้แก่ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมขึ้นรูปพลาสติกยางและเซรามิก เนื่องจากแม่พิมพ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล่านี้จึงจำเป็นต้องขึ้นรูปด้วยกระบวนการกลึง กัด ตัด ไส โดยอาศัยเครื่องจักรกลและเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งที่มีคุณภาพและความเที่ยงตรงสูง

เครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง (Cutting Tool) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญมากในอุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะโดยนำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นส่วนต่างๆที่ต้องการคุณภาพและความเที่ยงตรงสูง การผลิตชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ที่เที่ยงตรงนั้นจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งเป็นสำคัญ ซึ่งเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงคือเซรามิก เนื่องจากมีสมบัติที่ดีคือมีความแข็งแรงสูง ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ทำให้สามารถตัดตกแต่งขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ความเร็วรอบสูงได้ มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า ทังสเตนคาร์ไบด์(WC) และ เหล็กรอบสูง (High Speed Steel) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดตกแต่งแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับวัสดุได้หลายประเภท ได้แก่ เหล็กหล่อ (Cast Iron) เหล็กกล้าประสม (Ferrous Alloys) และโลหะประสมพิเศษ (Super Alloys)ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องกล รถยนต์ ยานอวกาศ และ อุตสาหกรรมผลิตอาวุธ

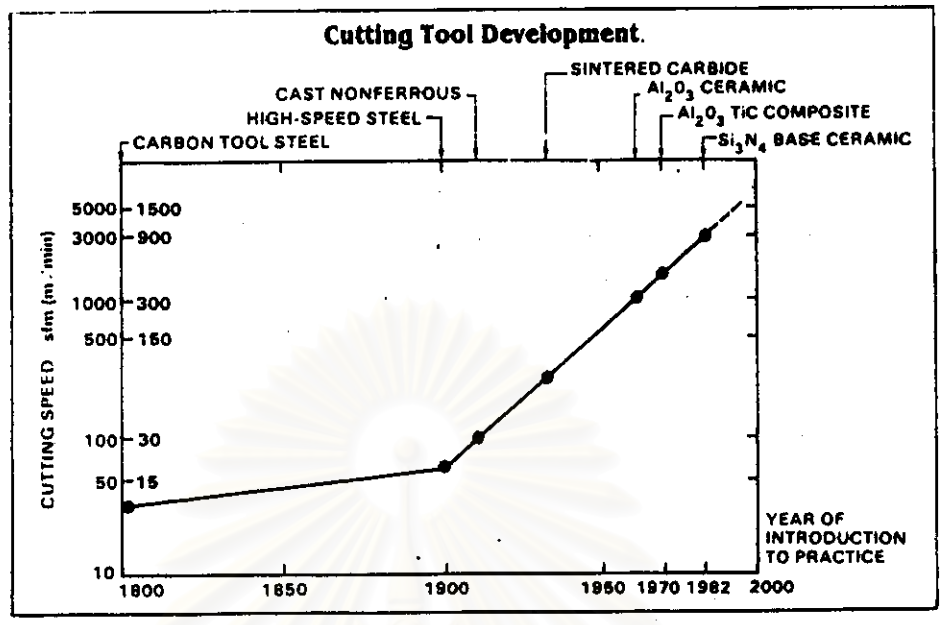
วัสดุที่มีขีดความสามารถในการใช้งานเป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งมีหลายชนิดด้วยกันได้แก่ Al_2O_3 -Based Material อาทิ Al_2O_3 -TiC , Al_2O_3 -ZrO_3 , Al_2O_3 - SiC เป็นต้น

วัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ (Al_2O_3 - TiC Composites) เป็นวัสดุหนึ่งที่มีความสามารถในงานทางด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะด้านการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง เนื่องจากใช้อนุภาคของไททาเนียมคาร์ไบด์ (TiC) เติมลงไปในเนื้อของอะลูมินา (Al_2O_3) สามารถปรับปรุงสมบัติเชิงกลให้ดีขึ้น เพิ่มอุณหภูมิการใช้งานได้สูงขึ้น มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง มีความเหนียวเพิ่มขึ้นทนต่อแรงกระแทกได้ดีและ ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยฉับพลันเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งที่มี อะลูมินา (Al_2O_3) เพียงอย่างเดียว ซึ่งทนต่อแรงกระแทกได้น้อยและเมื่อนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูงจะเกิดการแตกหักได้ง่ายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยฉับพลัน (Thermal Shock)ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของ อะลูมินา (Al_2O_3) และ อะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ (Al_2O_3-TiC Ceramics) (Mosikant, 1991)

	Density (g/cm^3)	Grain size (μm)	Flexural strength (MPa)	Fracture toughness ($MPa.m^{1/2}$)	Vickers hardness (GPa)	Compressive strength (MPa)	Thermal shock resistance ($^{\circ}C^{-1}$)
Al_2O_3 System	3.9-4.0	2-3	500-700	3.0-3.2	20	4000	200
Al_2O_3-TiC System	4.1-4.2	1-2	700-800	4.0-4.2	21.5	4500	350

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 เป็นต้นมาดังรูปที่ 1.1 ขึ้นมาเพื่อใช้ทำเป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งชิ้นงานต่าง ๆ ซึ่งครอบคลุมไปถึงอุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ได้มีการใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากอายุการใช้งานได้นานมากขึ้นนั่นหมายถึงได้จำนวนชิ้นงานที่ได้จากการ กลึง กัด ตัด ไส โดยใช้วัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์เป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง (Al_2O_3- TiC Composite Ceramic Cutting Tools) มากขึ้นด้วยจึงทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่าเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งแบบดั้งเดิม (Gary,1988)



รูปที่ 1.1 แสดงการพัฒนาวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง (Thomas,1990)

ได้มีความพยายามที่จะศึกษาและพัฒนาวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งให้มีศักยภาพสูงกว่าเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งแบบดั้งเดิมอย่างเช่น ทังสเตน เหล็กรอบสูง อะลูมินาเซรามิก โดยใช้กระบวนการการขึ้นรูปให้เป็นวัสดุแข็ง ได้แก่ วิธี Self-propagating High-Temperature Synthsis (SHS) , วิธี Rapid Sintering, วิธี Pressureless Sintering, วิธี High - Pressure Self- Combustinon Sintering (HPCS), วิธีHot Pressing, วิธีHot Isostatic Pressing (HIP) (Nagano, 1991) สำหรับประเทศไทยการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งมีอยู่น้อยมากโดยเฉพาะวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมดจึงเป็นเหตุจูงใจให้เกิดการศึกษาและพัฒนาเพื่อเป็นข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้นสำหรับการวิจัยช่วยสร้างขีดความสามารถในการพึ่งพาตนเองทางด้านเทคโนโลยีหรือลดการพึ่งพาทางเทคโนโลยีในรูปแบบครบวงจรให้น้อยลง

เทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ Hot Iostatic Pessing (HIP) เนื่องจากเป็นการขึ้นรูปโดยใช้ความดันสูงที่เท่ากันทุกทิศทางภายใต้อุณหภูมิสูง ทำให้ชิ้นงานที่ได้มีความหนาแน่นสูงมีโครงสร้างกระจายตัวสม่ำเสมอ เกรนมีขนาดเล็ก มีสมบัติเชิงกลดีขึ้น สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิสูง และมีอายุการใช้งานยาวนานมากขึ้น (Kolzumi และ Nishihara, 1987)

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย

1.1.1 ศึกษาตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และเวลา ตลอดจนลักษณะกลไกที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ ด้วยกระบวนการ Hot Isostatic Pressing (HIP)

1.1.2 ศึกษาสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูป

1.1.3ศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปให้มีสมบัติเหมาะสมกับงานวิศวกรรม เช่น เครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง

1.2 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 ได้ทราบเทคโนโลยีการผลิต เครื่องมือสำหรับงานตัดแต่งประเภทวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์ (Al_2O_3 - TiC Composite Ceramic Cutting Tools) ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิจัยและพัฒนาในเชิงพาณิชย์เพื่อช่วยลดการนำเข้าเครื่องมือสำหรับงานตัดแต่ง

1.2.2 เป็นแนวทางในการผลิตงานวิศวกรรมที่ต้องการคุณภาพสูงและหรือมีมูลค่าสูงโดยอาศัยเทคโนโลยีวัสดุผง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย