

บทที่ 1

บทนำ



ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาของวิทยานิพนธ์อันได้แก่ วัตถุประสงค์ ความสำคัญของปัญหาที่นำมาวิจัย ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และขั้นตอนที่จะดำเนินงานการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงเป้าหมายและวิธีการดำเนินการวิจัยทั้งหมด

1.1 ความสำคัญของปัญหา

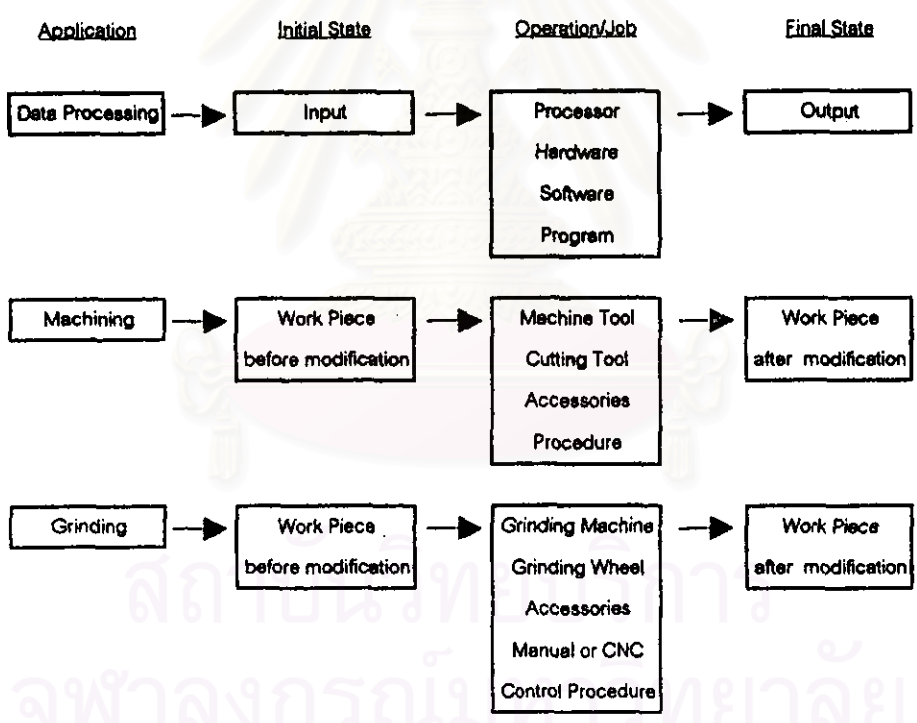
ในวิวัฒนาการของโลกในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างสม่ำเสมอ และขณะเดียวกันก็มีความหลากหลายมากขึ้น เช่นเดียวกับกรรมวิธีในการผลิตที่มีอยู่ในโลกของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความหลากหลายที่มากขึ้น ก็ยังคงสามารถที่จะจำแนกรูปแบบของกรรมวิธีการในการผลิตได้ 4 รูปแบบ คือ

- Casting Process เช่น การหล่อโลหะ
- Metal Forming with Pressure Process เช่น การ Forming การ Rolling
- Material Removal Process เช่น การกลึง การเจาะ การเจียร
- Joining Process เช่น การเชื่อม

สำหรับในงานวิจัยนี้จะให้ความสนใจไปที่ กระบวนการตัดเอาเนื้อโลหะออก (Material Removal Process) เป็นสำคัญ ซึ่งสำหรับการตัดนี้สามารถแยกย่อยได้ ดังนี้ การกลึง(Turning) การกัด(Milling) การเลื่อย(Sawing) การเจียร(Grinding) และในวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นการศึกษาในเรื่องของการเจียร

ถ้าทำการเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตระหว่าง การกลึง และ การเจียร แล้วจะเห็นได้ว่าการกลึงนั้นใบมีดกลึงจะมีคมตัดที่มีรูปร่างที่แน่นอน แต่สำหรับ การเจียร จะมีรูปร่างของคมตัดที่ไม่แน่นอนของหินขัด และถูกจับยึดด้วยตัวประสาน(Bond) ซึ่งจะได้รับการจัดเรียงตามแต่รูปแบบของการทำงานที่ต้องการเท่านั้น เช่น การเจียรในแนวราบหินขัดจะถูกจัดเรียงให้อยู่ในแนวราบ การเจียรผิวภายในของรูของชิ้นงาน หินขัดก็จะถูกจัดเรียงให้อยู่ในรูปของแท่งทรงกลมที่สามารถเข้าไปเจียรผิวชิ้นงานในรูได้

ในโลกของงานเครื่องมือกลที่สามารถที่เปรียบเทียบกับกับการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ดังนี้ การที่ใส่ข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เปรียบเสมือนได้ใส่ชิ้นงานที่จะต้องการการเจาะเข้าสู่เครื่องจักร เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผล เปรียบเสมือนกับชิ้นที่ใส่เข้าเครื่องจักรกำลังได้รับการเจาะ และเมื่อคอมพิวเตอร์ประมวลผลเสร็จก็ได้รับผลการประมวลออกมา ก็เปรียบเสมือน การที่ชิ้นงานที่ใส่เข้าไปในเครื่องจักรได้รับการเจาะเสร็จเป็นชิ้นงานที่ได้ออกมา การปรับเปลี่ยนรูปแบบของการเจาะเปรียบได้เสมือนกับการปรับเปลี่ยนโปรแกรมในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำกัดในการใช้งาน Software และ Hardware ของคอมพิวเตอร์ เปรียบเสมือนข้อจำกัดในการใช้หินเจาะ เครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะ



รูปที่ 1.1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบงานเครื่องมือกลกับการประมวลผลของคอมพิวเตอร์

ถ้าแนวคิดของการเจียรมีระบบความคิดตามที่กล่าวมาในย่อหน้าที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าเราจะสามารถที่จะทำการประมาณประสิทธิภาพของของชิ้นงานที่สามารถผลิตออกมาได้ทั้งในเชิงของคุณภาพ และ ปริมาณ แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพนี้จะต้องสัมพันธ์กับ ความเป็นไปได้เชิงเทคนิค ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ ด้วย จากความคิดที่มีปัจจัยที่มีมากขึ้นก็จะเห็นได้ว่า เรื่องนี้ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะทำการตัดสินใจในการผลิต เช่นในเรื่องของ ระบบของคุณภาพของผิวงาน อายุการใช้งานของ หินเจียรที่เหมาะสม

สิ่งที่สำคัญที่ผู้ผลิตหินเจียรสำหรับกระบวนการผลิตการเจียร จะต้องมีความรู้อย่างจริงๆคือ จะต้องมีความสามารถในการแปรความรู้ ประสบการณ์ ที่มีอยู่ในตัวผู้ผลิต ออกมาเป็นหินเจียรที่มีประสิทธิภาพ ให้เพียงพอต่อเป้าหมายของกรรมวิธีของการผลิตอุตสาหกรรมต้องการ และในขณะเดียวกันจะต้องหาจุดที่เหมาะสมของกรรมวิธีการผลิต ซึ่งจะต้องทำการหาความสมดุลย์ของตัวแปรต่างๆ แต่ทั้งหมดจะต้องยึดอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่แท้จริงเป็นเป็นไปไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของ การกลึง การกัด หรือ การเจียร

เป้าหมายในกรรมวิธีการเจียรผิวชิ้นงาน มีอยู่หลายสิ่งไม่ใช่แต่เพียงชิ้นงานที่ผ่านการเจียรเท่านั้น แต่จะต้องมีเป้าหมายในเรื่องของต้นทุน เป้าหมายในเรื่องของกำลังการผลิต เป็นต้น ซึ่งเป้าหมายเหล่านี้ เป็นสิ่งที่กระบวนการผลิตต้องการและต้องเป็นไปให้ได้ แต่ในฐานะที่เป็นผู้ผลิตจะต้องทำการจัดลำดับความสำคัญก่อน - หลัง ตามความต้องการที่แท้จริงในระดับที่สามารถปฏิบัติได้ ซึ่งเป้าหมายที่เป็นไปไม่ได้ หรือยังเป็นไปไม่ได้ในปัจจุบัน ก็สมควรที่จะจัดให้เป็นเป้าหมายอันดับรองลงไป ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเรื่องของ การตั้งเป้าหมายในกรรมวิธีการผลิต ที่ต้องการให้มีความสำเร็จ และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

จุดมุ่งหมายในการที่จะทำให้เป้าหมายในกรรมวิธีการเจียรผิวสัมฤทธิ์ผลในทุกแง่มุม สำหรับ ผู้ใช้งานหินเจียร ผู้ผลิตหินเจียร ผู้ผลิตหินขัด(Abrasive) สำหรับหินเจียร จะต้องทำการจัดความสมดุลย์ และจัดเรียงความสำคัญก่อน - หลัง โดยเฉพาะประเด็นที่มีความซับซ้อน ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมี 3 ปัจจัยหลักเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยคือ ชิ้นงาน(Workpiece) หินเจียร(Grinding Tool) เครื่องจักรที่ใช้ในการเจียร(Grinding Machine) คุณสมบัติของปัจจัยทั้ง 3 จะขึ้นอยู่กับ ข้อกำหนด(Speciation) หรือ พารามิเตอร์ ซึ่งทั้งหมดนี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของกรรมวิธีในการเจียรงาน สำหรับการแก้ปัญหาของกระบวนการผลิตนั้นจะต้องไม่มองข้ามทั้งแนวคิดในทางทฤษฎีและการปฏิบัติงานจริง ในปัจจุบันนี้ส่วนมากแล้วการแก้ปัญหาหมักที่จะใช้ การแก้ปัญหาแบบสามัญสำนึก(Common Sense) เสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวิธีการเช่นนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ควรหลีกเลี่ยงเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วนั้นยังมีปัจจัยอื่นๆอีกที่เป็นปัญหาในการเขียนงาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มักจะถูกมองข้ามไป ได้แก่ ประสิทธิภาพระบบการจับยึดชิ้นงาน (Jig and Fixture System) ถ้าระบบการจับยึดชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ก็จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของปัจจัยหลักทั้ง 3 ที่กล่าวมาแล้ว และส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงาน ฉะนั้นกรรมวิธีการเขียนที่ดีควรมีระบบการจับยึดที่มีประสิทธิภาพ เพราะปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ง่ายกว่าปัจจัยหลักทั้ง 3 กล่าวโดยภาพรวมแล้วแนวทางการแก้ปัญหาและควบคุมกรรมวิธีการเขียนให้มีประสิทธิภาพคือ คัดปัญหาในส่วน of ระบบการจับยึดให้หมดไปให้ได้ ส่วนปัจจัยหลักทั้ง 3 จึงเป็นสิ่งที่จะต้องทำการวิเคราะห์ตามมาในภายหลัง

ในสถานะอุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ต่างก็ให้ความสนใจและนิยมใช้เครื่องจักรที่ทันสมัย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนทางด้านวิศวกรรม, เครื่องจักรจึงได้ถูกพัฒนาให้มีความแข็งแรง, ความเร็วในการผลิตที่สูงพร้อมกับผลงานที่ได้ออกมามีความเที่ยงตรงที่สูงและขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องจักรที่ทำได้หลายหน้าที่ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control, CNC) ได้แก่ *CNC Maching Center, CNC Grinding Machine, CNC Turning Machine*, เป็นต้น สำหรับการให้เครื่องเจียรสมัยเก่าซึ่งเป็นเครื่องเจียรธรรมดาที่ไม่เหมาะสม เพราะจะต้องมีการแต่งคมตัดหินเจียร (Dressing) หลังจากที่เจียรงานทุกๆชิ้นจะทำให้เสียเวลาการผลิตมาก และในการ Dressing หินแต่ละครั้งทำให้รูปร่างของหินและคุณภาพของหินเปลี่ยนไป ทำให้ชิ้นงานที่เจียรออกมาไม่ได้อายุการใช้งานและอายุการใช้งานของหินเจียรจะสั้น ดังนั้นเครื่องเจียรที่ดีจะต้องมีการใช้หินเจียรที่มีการ Dressing น้อยครั้งซึ่งยอมทำให้รอบการผลิต (Cycle Time) ในการผลิตสั้นลง และอายุการใช้งานของหินเจียรยาวขึ้น และคุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น

ในปัจจุบันนี้หินเจียรที่ยังคงใช้กันอยู่ในวงการอุตสาหกรรมของประเทศไทยคือ หินซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) เป็นหินเจียรที่มีอายุการใช้งานที่สั้น มีรอบการผลิตที่ยาว และราคาถูก แต่อย่างไรก็ตาม ก็มีข้อเสียอยู่ที่ การนำหินชนิดนี้มาใช้งานจะง่าย กล่าวคือเงื่อนไขในการใช้งานจะง่ายไม่ต้องใช้ทักษะ ความชำนาญของคนงานในการใช้งานมากนัก แต่อย่างไรก็ตามความต้องการของการผลิตมีมากขึ้นทุกวันและมีความต้องการที่หลากหลาย กล่าวคือจะมีชนิดของรุ่นที่ต้องผลิตเป็นจำนวนหลายรุ่น ในช่วงเวลา 1 วัน ฉะนั้นความสามารถของหินเจียรชนิด ซิลิกอนคาร์ไบด์ ที่ใช้กันในปัจจุบัน จะไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงได้มีการคิดค้นหินเจียรชนิดใหม่ขึ้น ซึ่งจะเป็นหินเจียรที่มีความแข็งแรงขึ้นกว่าเดิม มีรอบเวลาในการเจียรงานที่สั้น มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานหินชนิดนี้ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง คือ เป็นหินที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญในการใช้งานเป็นอย่างมาก ถ้าเกิดความผิดพลาดในการใช้งานจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานโดยตรง และจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตตามมาในที่สุด

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เหล็กหล่อได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นอย่างมาก เช่น ในอุตสาหกรรมยานยนต์ , อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักร , อุตสาหกรรมผลิตคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีคุณภาพและความแม่นยำที่สูงขึ้นอย่างสอดคล้องกับความต้องการของเทคโนโลยีที่สูงขึ้นและขณะเดียวกันจะต้องมี Production rate ที่สูงด้วยเช่นกัน เพื่อให้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง ซึ่งด้วยเงื่อนไขเหล่านี้ทำให้หินเจียรที่มีอายุสั้นลง หรือเจียรงานไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการจะไม่เหมาะสมกับการใช้งานอีกต่อไป ฉะนั้นจึงต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้ " หินเจียรที่เหมาะสม " โดยคำนึงถึงต้นทุนในการผลิต และเงื่อนไขในการผลิตเพื่อควบคุมชิ้นงานให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า

1.2 วัตถุประสงค์

วิทยานิพนธ์นี้เพื่อเป็นการศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการใช้หินเจียรในงานการเจียรในเหล็ก โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาหาอายุการใช้งานของหินเจียร Silicon Carbide (SiC) และหิน Cubic Boron Nitride (CBN)
2. เพื่อคัดเลือกชนิดหินเจียรและเงื่อนไขการเจียรในผิวเหล็กที่เหมาะสมสำหรับเครื่อง CNC ที่มีระบบ Automatic ที่สมบูรณ์แบบ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการใช้หินเจียร 2 ชนิด ในการเจียรเหล็กหล่อสีเทา เพื่อช่วยในการประหยัดต้นทุนของการเจียรเหล็กให้ต่ำ ซึ่งการศึกษากการใช้หินเจียรนี้จะทำบนเครื่องเจียรผิวละเอียดที่รูใน (Internal Grinding Machine) ที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติสมบูรณ์แบบ

หินเจียรที่ใช้ทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นหินเจียรที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจียรเหล็กหล่อสีเทา แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ ความมีประสิทธิภาพและความมีประสิทธิภาพของหินเจียรแต่ละชนิด และอีกส่วนหนึ่งคือประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่นำมาใช้กับหินเจียรนั้นๆ

เครื่องเจียระไนโลหะเฉียดที่รู้ในที่มีความคมด้วยระบบอัตโนมัติสมบูร์นแบบ เป็นเครื่องจักรที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูงมาก เพราะจะต้องทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพงานในระดับ ไมครอน และในขณะเดียวกัน จะต้องสามารถทำงานได้ที่ความเร็วสูง ซึ่งหมายถึง ฐานเครื่องและแกน (Main Spindle) ของเครื่องจะต้องมีความแข็งแรงมากพอ

การวิจัยและการทดลองที่จะเกิดขึ้นเป็นการทดลองในการผลิตชิ้นงานที่ต้องการคุณภาพทางด้านความเร็วผิวที่สูงมาก ฉะนั้นค่า พารามิเตอร์ของเครื่องจักรบ้างตัวจะได้รับจากผู้ผลิตเครื่องจักร และเป็นความลับของการผลิตเครื่องจักรและหินเจียรไม่สามารถที่จะเปิดเผยได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการทำการวิจัยสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง เมื่อทำการวิจัยสมบูร์นแล้วคือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1.ทราบถึงปัญหาการใช้หินธรรมดาและหิน CBN ในอุตสาหกรรมการเจียรในผิวเหล็ก
- 2.ลดต้นทุนของกระบวนการผลิตในส่วนที่เป็นของ Machine Tool (Internal Grinding)
- 3.ทราบมาตรฐานในการปรับแต่งเครื่องจักรให้สอดคล้องกับหินแต่ละชนิดได้ .

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปอย่างมีระบบและมีขั้นตอน ฉะนั้นจึงต้องกำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ถึงผลในการทำการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นผลดี และผลเสีย และสำหรับหัวข้อของขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- 1.กำหนดหัวข้อวิจัยที่เป็นปัญหาในกระบวนการผลิตชิ้นงานด้วยกรรมวิธีการผลิตทางด้านเครื่องมือกลที่มีปัญหากระทบต่อต้นทุนการผลิตชิ้นงานเป็นอย่างมาก
- 2.ศึกษาความเป็นไปได้ในการที่จะแก้ปัญหาให้เป็นรูปธรรมและมีความคาดหวังที่จะสามารถแก้ปัญหาให้ลุล่วงไปได้ และความถี่ที่เกิดขึ้นของปัญหานั้นๆพร้อมทั้งประโยชน์ที่จะได้รับทั้งที่เป็นรูปธรรมและเป็นนามธรรม
- 3.สำรวจและศึกษาบทความ, งานวิจัย และทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ศึกษาปัญหาให้มีความเข้าใจอย่างกระจ่างชัด และอีกทั้งเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ของการทำวิจัยก่อนหน้านี้เพื่อเป็นการหาจุดดีและจุดด้อยเพื่อช่วยในการปรับปรุงการวิจัยที่ต้องการจะทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. กำหนดหลักการและแนวคิด เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและเป็นหนทางในการวิเคราะห์หาทางแก้ปัญหาในหนทางที่ถูกต้องและมีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างที่สุด

5. ทำการออกแบบการทดลองให้มีความเหมาะสมในการทำการทดลองทั้งทางด้านต้นทุนที่จะเกิดขึ้น, ระยะเวลาที่สามารถทำการวิจัยได้, ความเหมาะสมทางด้านเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ เช่นในเรื่องของความแม่นยำของเครื่องจักรว่ามีความละเอียดมากน้อยเพียงไร

6. ทำการทดลองและเก็บข้อมูลตามที่ได้ออกแบบการทดลองไป

7. วิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่าปัจจัยต่างๆและผลที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และรวมถึงการประเมินผลการวิจัยว่าผลการวิจัยที่เกิดขึ้นมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงไร

8. สรุปผลการวิจัยที่ได้รับจากการวิจัยเพื่อแนวทางหรือกฎเกณฑ์ในความสัมพันธ์ของปัจจัยและผลที่เกิดขึ้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในกรรมวิธีการผลิตการเจียรมีนับว่าเป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นขั้นตอนเกือบสุดท้ายของกระบวนการผลิตในงานเครื่องมือกล และอีกทั้งยังเป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีความยากกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการผลิตอื่นๆ เช่น การกลึง, การเจาะ, การเจียร ฉะนั้นในการเจียรจะต้องทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเจียรให้ครบถ้วน เพื่อความมีประสิทธิภาพในการเจียร

2.1 หินขัด

ในการทำผิวโลหะให้เรียบนั้นต้องการความแม่นยำทั้งขนาดของชิ้นงาน และคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งต้องการความละเอียดมาก และวัสดุที่จะใช้ทำชิ้นงานก็มีความหลากหลายทั้งแข็งแต่เปราะหรืออ่อนแต่เหนียว ฉะนั้นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในงานเหล่านี้จะต้องมีทั้งความแม่นยำสูงและความเที่ยงตรงที่สูง

แนวทางหนึ่งในการผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะดังกล่าวคือการขัดผิวเรียบ (Abrasive Machining) หินขัด (Abrasive) คือวัสดุที่เป็นชิ้นส่วนเล็กๆ และมีมุมตัดที่คมแต่รูปร่างไม่แน่นอนและไม่สม่ำเสมอ . Abrasive สามารถที่จะตัดวัสดุบริเวณผิวหน้าออกเป็นชิ้นเล็กๆ ซึ่งจะทำให้ผิวหน้าของชิ้นงานเรียบ และในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เครื่อง CNC กับกระบวนการ Abrasive Machining จึงทำให้ในปัจจุบันกระบวนการ Abrasive Machining สามารถนำไปใช้งานกับชิ้นส่วนที่มีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปและในงานที่ต้องการความละเอียดมากๆ , พิสัยข้อกำหนด (Tolerance) ที่แคบอีกด้วย

ชนิดของหินขัด

Abrasive ที่ใช้กันอยู่ในทั่วไปในกระบวนการผลิตมี 2 ชนิด คือ หินขัดธรรมดา (Normal Abrasive) และหินขัดชนิดพิเศษ (Super Abrasive)

Normal Abrasive

1. Aluminium Oxide (Al_2O_3)

2. Silicon Carbide (SiC)