



มอร. 210 - 0001 - 0365

การทดสอบความแข็งบริเนลล์สำหรับวัสดุที่เป็นโลหะ
(Testing for Brinell Hardness of Metallic Materials)

แก้ไขครั้งที่.....๑..... เมื่อ.....งป.๖๔.....
แก้ไขครั้งที่..... เมื่อ.....
แก้ไขครั้งที่..... เมื่อ.....


วันรับหนังสือ..... 21 กย. 65
เลขทะเบียน..... ๑๘๓๓
เลขหนังสือ..... ๒๑๐-๐๐๑-๐๓๖๕



ประกาศกรมอุตสาหกรรมเรือ
เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ

อาศัยอำนาจความในข้อ ๗.๓ และข้อ ๑๒ แห่งระเบียบกรมอุตสาหกรรมเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ.๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ หมายเลข มอร. ๒๑๐ - ๐๐๐๑ - ๐๓๖๕ เรื่อง การทดสอบความแข็งแรงบริเนลล์สำหรับวัสดุที่เป็นโลหะ ไว้ดังรายละเอียด ต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ มีนาคม พ.ศ.๒๕๖๕

พลเรือตรี 

(เกื้อกุล กลิ่นเอี่ยม)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ

รายการแก้ไข

หมายเลขหน้า

๑ - ๘

การแก้ไขครั้งที่

๑

บันทึกการแก้ไข

วัน เดือน ปี	รายการแก้ไข
งป.๖๔	<ol style="list-style-type: none">๑. ปรับใช้ หน่วย SI กับเลขอารบิก๒. ปรับใช้ทรงกลม Tungsten Carbide ยกเลิกทรงกลมเหล็กกล้า๓. เพิ่มมาตรฐานวัสดุ Tungsten Carbide๔. ใช้ขนาดทรงกลม ๔ ขนาดเท่านั้น ไม่อนุญาตขนาดอื่น๕. ขอบเขตของ Brinell Hardness สูงสุดที่ 650 HBW๖. ตัดข้อความความแข็งแบบวิกเกอร์ออก๗. เพิ่มประเภทและความละเอียดของเครื่องมือวัดขนาดรอยบ่ม๘. ปรับตาราง Brinell Hardness Scale ที่ละเอียดมากขึ้น๙. เพิ่มระยะห่างกำหนด ระหว่างรอยกด แต่ละรอบ๑๐. เพิ่มข้อกำหนดหากพื้นผิวทดสอบมีความโค้ง๑๑. เพิ่มการระบุแรงกด ถ้าไม่ใช่ 3000 kg_f ให้ระบุ ตัวเลขเป็นหน่วย kg_f๑๒. เพิ่มข้อมูลการสอบเทียบเครื่องมือวัด

การทดสอบความแข็งบริเนลล์สำหรับวัสดุที่เป็นโลหะ
(Testing for Brinell Hardness of Metallic Materials)

1. เอกสารอ้างอิง

1.1 มาตรฐาน ASTM Method E 10 – 18 เรื่อง Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมายเลข ๒๔๔ เล่ม ๒ เรื่อง การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า

3. ความมุ่งหมาย

ด้วยปรากฏว่าในปัจจุบันกองทัพเรือจะต้องใช้และผลิตวัสดุทำด้วยโลหะเป็นจำนวนมากที่ต้องทดสอบความแข็ง จึงสมควรกำหนดการทดสอบความแข็งโดยวิธีบริเนลล์ขึ้นเป็นมาตรฐาน เพื่อใช้อ้างอิงให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และสะดวกแก่ผู้ใช้โดยทั่วไป

4. ขอบเขต

มาตรฐานข้างนี้กำหนดการทดสอบความแข็งของโลหะโดยวิธีบริเนลล์ ซึ่งมีหลักการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1 กดทรงกลม Tungsten carbide ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง D ด้วยแรงกด P ลงบนชิ้นทดสอบแล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ๋ม d ที่ปรากฏบนผิวของชิ้นทดสอบนั้น

4.2 ค่าความแข็งบริเนลล์ได้จากผลหารของ F_{kgf} เมื่อแรงกดเป็นกิโลกรัมแรง (หรือ $0.10197 F$ เมื่อแรงกด F เป็นนิวตัน) ด้วยพื้นที่ตามผิวโค้งของรอยบุ๋ม (เป็นตารางมิลลิเมตร) ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นที่โค้งของทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง D

$$F_{kgf} = \frac{1}{g_n} F = 0.10197 F \quad \text{เมื่อ } g_n = 9.80665 \text{ N/kgf}$$

4.3 การทดสอบความแข็งวิธีบริเนลล์ ไม่แนะนำให้ใช้ทดสอบวัสดุที่มีค่าความแข็งเกิน 650 HBW 10/3000 หรือ ความแข็งของเครื่องมือช่างที่มีการชุบแข็ง

5. กล่าวโดยทั่วไป

5.1 สัญลักษณ์และข้อกำหนด

สัญลักษณ์และข้อกำหนดในมาตรฐานการทดสอบความแข็งบริเนลล์ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑ และรูปที่ ๑

5.2 การระบุค่าความแข็งบริเนลล์

การระบุความแข็งบริเนลล์ในเขียนดังนี้

5.2.1 ระบุเลขค่าความแข็งและต่อท้ายด้วยสัญลักษณ์ HBW สำหรับภาวะทดสอบมาตรฐาน ซึ่งโดยทั่วไปใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม 10 mm แรงกด 29.42 kN (3000 kgf) ระยะเวลากด 10 ถึง 15 sec

5.2.2 ในกรณีอื่นๆ ให้เขียนดังนี้ ระบุค่าความแข็งต่อด้วยสัญลักษณ์ HBW แล้วตามด้วยดัชนีที่ระบุเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมเป็นมิลลิเมตร แรงกดเป็น kgf และระยะเวลากดเป็นวินาที

ตัวอย่าง 350 HBW

หมายถึง ความแข็งบริเนลล์ 350 ใช้ทรงกลมเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 10 mm แรงกด 29.42 kN (3000 kgf) เป็น
เวลา 10 ถึง 15 sec
350 HBW 5/750/20 หมายถึง ความแข็งบริเนลล์ 350 ใช้ทรงกลมเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง 5 mm แรงกด 7355 N (750 kgf) เป็นเวลา
20 sec

5.3 คุณลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความแข็งบริเนลล์

5.3.1 เครื่องมือ

5.3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ จะต้องให้แรงกดที่รู้ค่าแน่นอนไปกระทำต่อทรงกลม Tungsten carbide ที่สัมผัสกับชิ้นทดสอบ และมีแท่นรองรับชิ้นทดสอบที่แข็งแรงและมั่นคง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบจะต้องออกแบบให้ไม่เกิดการก้องหรือเคลื่อนที่ในทางข้างของหัวกด และชิ้นงานในระหว่างการทดสอบสำหรับเครื่องมือให้แรงกดด้วยระบบน้ำหนักตาย (Dead – weight system) จะต้องระมัดระวังในการป้องกันไม่ให้เกิดมีสภาพน้ำหนักเกินชั่วขณะ (Momentary overload) ซึ่งเกิดขึ้นจากแรงเฉื่อยของระบบน้ำหนักตาย และในระหว่างการให้แรงกดจะต้องได้รับการปฏิบัติด้วยความระมัดระวังขณะที่น้ำหนักกดจวนจะถึงค่าสูงสุด เพื่อป้องกันอัตราเร่งเกินความต้องการของระบบน้ำหนักตาย

5.3.1.2 หัวกดที่ใช้ทดสอบ

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของทรงกลมปรับใช้ตามชนิดวัสดุที่จะทดสอบ ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นไปตามตารางที่ ๒

5.3.1.2.1 สำหรับการทดสอบโลหะทั่ว ๆ ไป เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของทรงกลมควรจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm หรืออาจใช้ทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 mm ก็ได้ อย่างไรก็ตามเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติตรงตามที่อธิบายไว้ในเรื่องวิธีการทดสอบ

5.3.1.2.2 สำหรับทดสอบเหล็กกล้า ตามปกติใช้ทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 2.5 5.0 หรือ 10.0 mm เมื่อทดสอบความแข็งบริเนลล์

5.3.1.2.3 สำหรับการทดสอบเหล็กหล่อ เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมควรเป็น 2.5 5.0 หรือ 10.0 mm

5.3.1.3 ทรงกลม Tungsten carbide

5.3.1.3.1 ทรงกลม Tungsten carbide จะต้องมียุทธลักษณะดังนี้

- มีขนาด 10, 5, 2.5 หรือ 1 mm และมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าจำกัดตามตารางที่ ๒

- มีความแข็งอย่างน้อยที่สุด HV10 ตามมาตรฐาน ASTM E92

- มีความหนาแน่น $14.8 \text{ g/cm}^3 \pm 0.2 \text{ g/cm}^3$ และมีส่วนผสมทางเคมีตามมาตรฐาน

- มีความหยาบพื้นผิวเฉลี่ย (Roughness) ไม่เกิน 0.00005 mm

5.1.3.2 ถ้าทรงกลมใดๆ เกิดการเปลี่ยนรูปไปเนื่องจากการทดสอบ ทำให้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๒ หรือผิวของทรงกลมเกิดตำหนิ ต้องทิ้งทรงกลมนั้นไปและถือว่าผลการทดสอบนั้นใช้ไม่ได้

5.3.1.4 กล้องจุลทรรศน์หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบวม

กล้องจุลทรรศน์หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบวม แบ่งได้เป็นสองประเภท แบบ A (Type A) มีลักษณะเป็นกล้องส่องขยาย และเส้นวัดระยะแบบเคลื่อนได้ หรือมีระบบวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้การประมวลผลภาพ แบบ B (Type B) มีลักษณะเป็นกล้องส่องขยาย พร้อมเส้นวัดระยะแบบติดอยู่กับที่ โดยทั้งสองแบบจะต้องมีค่าความละเอียดในการวัดเป็นไปตามตารางที่ 3

5.3.2 ขั้นตอนทดสอบ

5.3.2.1 ความหนาของขั้นตอนทดสอบ ไม่ควรน้อยกว่า 10 เท่าของความลึกของรอยบวม และหลังจากทดสอบแล้วจะต้องไม่มีรอยนูนเกิดขึ้นด้านหลังของขั้นตอนทดสอบ หรือเกิดการบิดเบี้ยวของขั้นตอนทดสอบ

5.3.2.2 ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของรอยบวมกับขอบของขั้นตอนทดสอบหรือขอบของรอยอื่น ไม่ควรน้อยกว่า 2.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบวม

5.3.2.3 ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของรอยบวมกับจุดศูนย์กลางของรอยบวมถัดไป ไม่ควรน้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบวม

5.3.2.4 ผิวของขั้นตอนทดสอบ จะต้องเรียบทั้งนี้ เพื่อให้ได้ขอบของรอยบวมชัดเจน ทำให้วัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางได้แน่นอน ผิวของขั้นตอนทดสอบจะต้องไม่มีตะกักรันออกไซด์หรือสิ่งของแปลกปลอม การเตรียมผิวของขั้นตอนทดสอบจะต้องระมัดระวังอย่างมาก ควรหลีกเลี่ยงกรรมวิธีเย็นหรือกรรมวิธีร้อน

5.3.2.5 หากผิวขั้นตอนทดสอบมีความโค้ง รัศมีของความโค้งนั้นจะต้องมากกว่า 2.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลมที่ใช้กด

5.3.3 ขนาดของแรงกด

5.3.3.1 แรงกดมาตรฐานที่ใช้คือขนาด 29.42 14.71 และ 4.903 kN (3000 ,1500 และ 500 kgf) แรงกดมาตรฐานเหล่านี้เมื่อกดทรงกลมไปบนขั้นตอนทดสอบแล้วจะต้องได้เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 และไม่มากกว่าร้อยละ 60 ของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม

5.3.3.2 แรงกดมาตรฐานขนาดต่างๆ เหล่านี้เมื่อใช้กับทรงกลมขนาดมาตรฐาน 10, 5, 2.5 หรือ 1 mm จะวัดค่าความแข็งแบบบริเนลล์ได้ผลดีในช่วงที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ ๕

5.3.3.3 ในกรณีที่ขั้นตอนทดสอบทำด้วยวัสดุที่มีค่าความแข็งน้อย ก็อาจใช้แรงกดขนาด 2452, 1226 หรือ 980.7 N (250, 125 หรือ 100 kgf) แต่จะต้องบันทึกขนาดของแรงกดไว้ในรายงานการทดสอบด้วย

5.3.3.4 สำหรับขั้นตอนทดสอบที่บางหรือเล็กก็อาจใช้ทรงกลมที่มีขนาดเล็กกว่า 10 mm ได้ถ้าใช้ทรงกลมขนาดเล็กกว่า 10 mm แล้ว จะต้องบันทึกแรงกดและเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมเอาไว้ด้วย

5.3.3.5 จากการทดลองหาค่าความแข็งบริเนลล์ของวัสดุเกือบทุกชนิดแล้วพบว่า ค่าความแข็งบริเนลล์ขึ้นอยู่กับแรงกด เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม และความยืดหยุ่นของทรงกลม ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้ทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm ที่มีคุณสมบัติตามที่อธิบายไว้แล้วกับแรงกดมาตรฐานขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่กับความแข็งของวัสดุที่นำมาทดสอบ ในบางกรณีที่ต้องใช้แรงกดและทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างไปจากมาตรฐาน ผลที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่อ่านได้จากแรงกดและขนาดทรงกลมมาตรฐาน เมื่ออัตราส่วนของแรงกดเป็นกิโลกรัมแรงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมยกกำลังสอง มีค่าเท่ากับค่าอัตราส่วนของแรงกดมาตรฐานต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมมาตรฐานยกกำลังสอง ได้แก่

$$\begin{aligned} \frac{F \text{ kgf}}{D^2} &= 30 \text{ สำหรับแรงกด 3000 kgf และเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม 10 mm และ} \\ &= 15 \text{ สำหรับแรงกด 1500 kgf และเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม 10 mm และ} \\ &= 5 \text{ สำหรับแรงกด 500 kgf และเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม 10 mm} \end{aligned}$$

ตัวอย่างเช่น ใช้แรงกด 125 kgf และทรงกลมขนาด 5 mm ซึ่งมีค่า $\frac{F \text{ kgf}}{D^2} = 5$
ค่าความแข็งที่อ่านได้ก็สามารถประมาณได้ว่าเป็นค่าความแข็งที่อ่านได้จากการใช้แรงกด
500 kgf และทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm ซึ่งมีค่า $\frac{F \text{ kgf}}{D^2} = 5$ เช่นกัน

5.4 วิธีทดสอบ

5.4.1 ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ $27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น

5.4.2 วางทรงกลมบนผิวของชิ้นทดสอบ เริ่มออกแรงกดในแนวตั้งฉากกับผิวของชิ้นทดสอบและเพิ่มแรงกดโดยสม่ำเสมอในเวลาไม่เกิน 8 วินาที จนกระทั่งได้แรงกดตามที่กำหนดและคงไว้เป็นเวลา 10 ถึง 15 sec

5.4.3 มุมของแนวแรงที่กระทำต่อชิ้นทดสอบจะเบี่ยงเบนไปจากเส้นตั้งฉากต่อชิ้นทดสอบได้ไม่เกิน 2 องศา

5.4.4 การทดสอบบนชิ้นงานเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุด จะต้องต่างกัน ได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมที่ใช้กด

5.4.5 แท่นรองรับชิ้นทดสอบต้องแข็งแรงและมั่นคง เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ในระหว่างการทดสอบ ผิวที่สัมผัสจะต้องสะอาดไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น สะเก็ด น้ำมัน ฝุ่น

5.4.6 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ่มควรวัด 2 ครั้ง ในแนวตั้งฉากกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปคำนวณหาความแข็งบริเนลล์ กล้องจุลทรรศน์ หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้วัด ต้องสามารถวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ่มโดยมีละเอียดเป็นไปตามตารางที่ ๓

5.4.7 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางอาจใช้แสงไฟฟ้าช่วยเพิ่มความคมชัดของขอบรอยบุ่มได้ โดยการเลื่อนแสงไฟให้แสงและเงาตัดกันอย่างเห็นได้ชัดที่ขอบของรอยบุ่มหรือในบางกรณีอาจใช้สีทาทรงกลมก่อนกดชิ้นทดสอบก็ได้หรืออาจจะเคลือบผิวของชิ้นทดสอบด้วยหมึกหรือผงแกรไฟต์ผสมแอลกอฮอล์ แล้วจึงกดทรงกลมซึ่งจะทำให้ขอบของรอยบุ่มคมชัดช่วยให้ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้แม่นยำขึ้น

5.5 การเปลี่ยนค่าความแข็งบริเนลล์ไปเป็นค่าความแข็งชุดอื่น ๆ

โดยทั่วไปการเปลี่ยนค่าความแข็งบริเนลล์ไปเป็นค่าความแข็งชุดอื่นๆ หรือไปเป็นความต้านแรงดึงนั้น ย่อมได้ค่าที่ไม่ถูกต้องนัก ให้หลีกเลี่ยงเสีย ยกเว้นในกรณีจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยน ก็ให้ทำการทดสอบเปรียบเทียบกันเป็นจำนวนมาก

5.6 การรายงานผลการทดสอบ

การรายงานผลการทดสอบจะต้องแจ้งรายละเอียดดังนี้

5.6.1 ตัวเลขค่าความแข็งบริเนลล์ กำหนดตัวเลขสำคัญอย่างน้อย 3 หลัก เช่น 95.9 HBW, 9.10 HBW

5.6.2 สถานะการทดสอบเมื่อค่าความแข็งบริเนลล์ที่ทำได้นั้นใช้สถานะที่แตกต่างไปจากค่าต่อไปนี้

ขนาดของแรงกด 29.42 kN (3000 kgf)

เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม 10 mm

ระยะเวลาในการกดทรงกลม 10 – 15 sec

5.6.3 ข้อความระบุการใช้เครื่องมือวัดแบบใด สำหรับ Type A (ถ้าใช้เครื่องมือวัด Type B ไม่ต้องระบุ)

5.6.4 ระบุอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมขณะทดสอบ เมื่อน้อยกว่า 10 °C หรือ สูงกว่า 35 °C

5.7 ตารางเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเนลล์จากเส้นผ่านศูนย์กลางรอยบุ่มที่วัดได้

เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการคำนวณค่าความแข็งบริเนลล์ ตารางที่ ๖ ได้บรรจุ ค่าความแข็งบริเนลล์ที่คำนวณได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ่มที่แรงกดมาตรฐานขนาดต่างๆ โดยใช้ทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10, 5, 25, 1 มิลลิเมตร

5.8 การสอบเทียบเครื่องวัดความแข็งแบบบริเนลล์

5.8.1 การสอบเทียบทางตรง (Direct Verification) ได้แก่การสอบเทียบขนาดแรงกด เครื่องมือวัดรอยบุ่ม และ จำนวนการกด ใช้สำหรับเครื่องทดสอบติดตั้งใหม่ หรือหลังการปรับปรุง ปรับซ่อม และเมื่อสอบตกการสอบเทียบทางอ้อม

5.8.2 การสอบเทียบทางอ้อม (Indirect Verification) ได้แก่การสอบเทียบโดยใช้ ชั้นทดสอบมาตรฐาน และ หัวกดมาตรฐาน โดยกำหนดให้ทำทุกๆ หัวเวลา 12-18 เดือน หรือภายหลังการติดตั้งเคลื่อนย้าย โดยทำทุกครั้งภายหลังการทำการสอบเทียบทางตรง

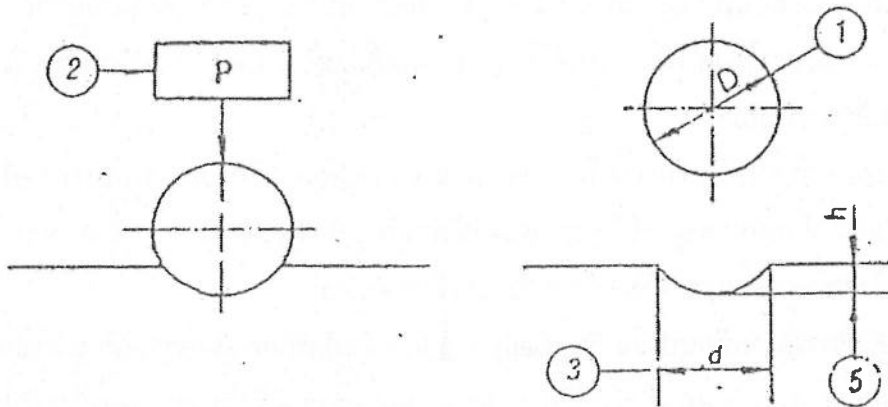
5.8.3 การสอบเทียบประจำวัน (Daily Verification) เป็นการวัดความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยการใช้ชั้นทดสอบมาตรฐาน โดยทำทุกวันที่มีการใช้เครื่องมือวัดความแข็งชิ้นงาน และแนะนำให้ทำทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดแรงกด หรือเปลี่ยนหัวกดทรงกลม

5.9 การรับรองมาตรฐานเครื่องทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์

หน่วยงานที่จะทำการสอบเทียบทางตรง หรือทางอ้อม กับเครื่องวัดความแข็งบริเนลล์และเครื่องมือวัดขนาดรอยบุ่ม หรือจัดทำหัวกดทรงกลมมาตรฐาน หรือจัดทำชั้นทดสอบมาตรฐาน จะต้องได้รับการรับรองตามข้อกำหนดของ ISO 17025 หรือเทียบเท่า โดยหน่วยงานที่ International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) ให้การรับรอง ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด ISO/IEC 17011

ตารางที่ 1
สัญลักษณ์และข้อกำหนด

หมายเลข	สัญลักษณ์	ข้อกำหนด
1	D	เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม Tungsten carbide เป็นมิลลิเมตร
2	F (F_{kgf})	แรงกด เป็นนิวตัน (กิโลกรัมแรง)
3	d	เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ๋ม เป็นมิลลิเมตร
4	HBW	ความแข็งบริเนลล์ $HBW = \frac{2F_{kgf}}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $HBW = \frac{0.203943F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
5	h	ความลึกของรอยบุ๋ม เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ ๖

ตารางที่ 2 ขนาดของทรงกลมและค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้ได้

เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม (มิลลิเมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้ได้ (มิลลิเมตร)
1	± 0.003
2.5	± 0.003
5	± 0.004
10	± 0.005

ตารางที่ 3 ค่าความละเอียด (Resolution) ของเครื่องมือวัดขนาดรอยบวมทั้งสองแบบ

ขนาดของหัวกด ทรงกลม mm	Type A จะต้องมีความละเอียด ในการบอกระยะวัดได้ถึง mm	Type B จะต้องมียาระยะห่าง เส้นวัดแคบที่สุดถึง mm
10	0.0100	0.100
5	0.0050	0.050
2.5	0.0025	ไม่ใช่แบบ B
1	0.0010	ไม่ใช่แบบ B

ตารางที่ 4 ค่าความหนาต่ำสุดของชั้นทดสอบที่ควรใช้ในการทดสอบความแข็งบริเนลล์

ความหนาต่ำสุดของชั้นทดสอบ		ความแข็งต่ำสุดที่จะทำการทดสอบความแข็งบริเนลล์โดยไม่เกิด ความผิดพลาด		
นิ้ว	มิลลิเมตร	ใช้แรงกด ๓๐๐๐ กิโลกรัมแรง	ใช้แรงกด ๑๕๐๐ กิโลกรัมแรง	ใช้แรงกด ๕๐๐ กิโลกรัมแรง
๑/๑๖	๑.๖	๖๐๒	๓๐๑	๑๐๐
๑/๘	๓.๒	๓๐๑	๑๕๐	๕๐
๓/๑๖	๔.๘	๒๐๑	๑๐๐	๓๓
๑/๔	๖.๔	๑๕๐	๗๕	๒๕
๕/๑๖	๘.๐	๑๒๐	๖๐	๒๐
๓/๘	๙.๖	๑๐๐	๕๐	๑๗

ตารางที่ 5 ช่วงความแข็งบริเนลล์ที่เหมาะสมใช้แรงกดขนาดต่างๆ

Brinell Hardness Scale	เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม Ball Diameter D mm	Force-Diameter Ratio	ขนาดของแรงกด Test Force		ช่วงความแข็งบริเนลล์ที่เหมาะสม HBW
			F _N	F _{kgf}	
HBW 10/3000	10	30	29420	3000	95.5-650
HBW 10/1500	10	15	14710	1500	47.7-327
HBW 10/1000	10	10	9807	1000	31.8-218
HBW 10/500	10	5	4903	500	15.9-109
HBW 10/250	10	2.5	2452	250	7.96-54.5
HBW 10/125	10	1.25	1226	125	3.98-27.2
HBW 10/100	10	1	980.7	100	3.18-21.8
HBW 5/750	5	30	7355	750	96.5-650
HBW 5/250	5	10	2452	250	31.8-218
HBW 5/125	5	5	1226	125	15.9-109
HBW 5/62.5	5	2.5	612.9	62.5	7.96-54.5
HBW 5/31.25	5	1.25	306.5	31.25	3.98-27.2
HBW 5/25	5	1	245.2	25	3.18-21.8
HBW 2.5/187.5	2.5	30	1839	187.5	95-650
HBW 2.5/62.5	2.5	10	612.9	62.5	31.8-218
HBW 2.5/31.25	2.5	5	306.5	31.25	15.9-109
HBW 2.5/15.625	2.5	2.5	153.2	15.625	7.96-54.5
HBW 2.5/7.8125	2.5	1.25	76.61	7.8125	3.98-27.2
HBW 2.5/6.25	2.5	1	61.29	6.25	3.18-21.8
HBW 1/30	1	30	2942	30	95.5-650
HBW 1/10	1	10	98.07	10	31.8-218
HBW 1/5	1	5	49.03	5	15.9-109
HBW 1/2.5	1	2.5	24.52	2.5	7.96-54.5
HBW 1/1.25	1	1.25	12.26	1.25	3.98-27.2
HBW 1/1	1	1	9.807	1	3.18-21.8

ตารางที่ 6 ค่าความแข็งบริเนลล์เปรียบเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ๋ม เมื่อใช้ทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10, 5, 2.5, 1 mm และแรงกดมาตรฐานขนาดต่างๆ ค่าความแข็งบริเนลล์นี้หาได้จากการคำนวณตามสมการในตารางที่ ๑ นอกจากนี้ยังได้รวมค่าความแข็งบริเนลล์ที่หาได้จากค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยบุ๋มที่อยู่นอกระยะ (น้อยกว่าร้อยละ 24 และเกินกว่าร้อยละ 60 ของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม ในที่นี้คือน้อยกว่า 2.4 mm และมากกว่า 6.0 mm) ค่าความแข็งดังกล่าวคือความแข็งที่เขียนไว้เป็นตัวเลข

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1					
2.00	1.000	0.5000	0.200	945	473	315	158	78.8	39.4	31.5
2.01	1.005	0.5025	0.201	936	468	312	156	78.0	39.0	31.2
2.02	1.010	0.5050	0.202	926	463	309	154	77.2	38.6	30.9
2.03	1.015	0.5075	0.203	917	459	306	153	76.4	38.2	30.6
2.04	1.020	0.5100	0.204	908	454	303	151	75.7	37.8	30.3
2.05	1.025	0.5125	0.205	899	450	300	150	74.9	37.5	30.0
2.06	1.030	0.5150	0.206	890	445	297	148	74.2	37.1	29.7
2.07	1.035	0.5175	0.207	882	441	294	147	73.5	36.7	29.4
2.08	1.040	0.5200	0.208	873	437	291	146	72.8	36.4	29.1
2.09	1.045	0.5225	0.209	865	432	288	144	72.1	36.0	28.8
2.10	1.050	0.5250	0.210	856	428	285	143	71.4	35.7	28.5
2.11	1.055	0.5275	0.211	848	424	283	141	70.7	35.3	28.3
2.12	1.060	0.5300	0.212	840	420	280	140	70.0	35.0	28.0
2.13	1.065	0.5325	0.213	832	416	277	139	69.4	34.7	27.7
2.14	1.070	0.5350	0.214	824	412	275	137	68.7	34.4	27.5
2.15	1.075	0.5375	0.215	817	408	272	136	68.1	34.0	27.2
2.16	1.080	0.5400	0.216	809	405	270	135	67.4	33.7	27.0
2.17	1.085	0.5425	0.217	802	401	267	134	66.8	33.4	26.7
2.18	1.090	0.5450	0.218	794	397	265	132	66.2	33.1	26.5
2.19	1.095	0.5475	0.219	787	393	262	131	65.6	32.8	26.2
2.20	1.100	0.5500	0.220	780	390	260	130	65.0	32.5	26.0
2.21	1.105	0.5525	0.221	772	386	257	129	64.4	32.2	25.7
2.22	1.110	0.5550	0.222	765	383	255	128	63.8	31.9	25.5
2.23	1.115	0.5575	0.223	758	379	253	126	63.2	31.6	25.3
2.24	1.120	0.5600	0.224	752	376	251	125	62.6	31.3	25.1
2.25	1.125	0.5625	0.225	745	372	248	124	62.1	31.0	24.8
2.26	1.130	0.5650	0.226	738	369	246	123	61.5	30.8	24.6
2.27	1.135	0.5675	0.227	732	366	244	122	61.0	30.5	24.4
2.28	1.140	0.5700	0.228	725	363	242	121	60.4	30.2	24.2
2.29	1.145	0.5725	0.229	719	359	240	120	59.9	29.9	24.0
2.30	1.150	0.5750	0.230	712	356	237	119	59.4	29.7	23.7

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	10/1500	10/1000	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
2.31	1.155	0.5775	0.231	706	353	235	118	58.8	29.4	23.5
2.32	1.160	0.5800	0.232	700	350	233	117	58.3	29.2	23.3
2.33	1.165	0.5825	0.233	694	347	231	116	57.8	28.9	23.1
2.34	1.170	0.5850	0.234	688	344	229	115	57.3	28.7	22.9
2.35	1.175	0.5875	0.235	682	341	227	114	56.8	28.4	22.7
2.36	1.180	0.5900	0.236	676	338	225	113	56.3	28.2	22.5
2.37	1.185	0.5925	0.237	670	335	223	112	55.9	27.9	22.3
2.38	1.190	0.5950	0.238	665	332	222	111	55.4	27.7	22.2
2.39	1.195	0.5975	0.239	659	330	220	110	54.9	27.5	22.0
2.40	1.200	0.6000	0.240	653	327	218	109	54.5	27.2	21.8
2.41	1.205	0.6025	0.241	648	324	216	108	54.0	27.0	21.6
2.42	1.210	0.6050	0.242	643	321	214	107	53.5	26.8	21.4
2.43	1.215	0.6075	0.243	637	319	212	106	53.1	26.5	21.2
2.44	1.220	0.6100	0.244	632	316	211	105	52.7	26.3	21.1
2.45	1.225	0.6125	0.245	627	313	209	104	52.2	26.1	20.9
2.46	1.230	0.6150	0.246	621	311	207	104	51.8	25.9	20.7
2.47	1.235	0.6175	0.247	616	308	205	103	51.4	25.7	20.5
2.48	1.240	0.6200	0.248	611	306	204	102	50.9	25.5	20.4
2.49	1.245	0.6225	0.249	606	303	202	101	50.5	25.3	20.2
2.50	1.250	0.6250	0.250	601	301	200	100	50.1	25.1	20.0
2.51	1.255	0.6275	0.251	597	298	199	99.4	49.7	24.9	19.9
2.52	1.260	0.6300	0.252	592	296	197	98.6	49.3	24.7	19.7
2.53	1.265	0.6325	0.253	587	294	196	97.8	48.9	24.5	19.6
2.54	1.270	0.6350	0.254	582	291	194	97.1	48.5	24.3	19.4
2.55	1.275	0.6375	0.255	578	289	193	96.3	48.1	24.1	19.3
2.56	1.280	0.6400	0.256	573	287	191	95.5	47.8	23.9	19.1
2.57	1.285	0.6425	0.257	569	284	190	94.8	47.4	23.7	19.0
2.58	1.290	0.6450	0.258	564	282	188	94.0	47.0	23.5	18.8
2.59	1.295	0.6475	0.259	560	280	187	93.3	46.6	23.3	18.7
2.60	1.300	0.6500	0.260	555	278	185	92.6	46.3	23.1	18.5
2.61	1.305	0.6525	0.261	551	276	184	91.8	45.9	23.0	18.4
2.62	1.310	0.6550	0.262	547	273	182	91.1	45.6	22.8	18.2
2.63	1.315	0.6575	0.263	543	271	181	90.4	45.2	22.6	18.1
2.64	1.320	0.6600	0.264	538	269	179	89.7	44.9	22.4	17.9
2.65	1.325	0.6625	0.265	534	267	178	89.0	44.5	22.3	17.8
2.66	1.330	0.6650	0.266	530	265	177	88.4	44.2	22.1	17.7
2.67	1.335	0.6675	0.267	526	263	175	87.7	43.8	21.9	17.5

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	10/1500	10/1000	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5		HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	2.5/15.625	2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25
				HBW 1/30		HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1
2.68	1.340	0.6700	0.268	522	261	174	87.0	43.5	21.8	17.4
2.69	1.345	0.6725	0.269	518	259	173	86.4	43.2	21.6	17.3
2.70	1.350	0.6750	0.270	514	257	171	85.7	42.9	21.4	17.1
2.71	1.355	0.6775	0.271	510	255	170	85.1	42.5	21.3	17.0
2.72	1.360	0.6800	0.272	507	253	169	84.4	42.2	21.1	16.9
2.73	1.365	0.6825	0.273	503	251	168	83.8	41.9	20.9	16.8
2.74	1.370	0.6850	0.274	499	250	166	83.2	41.6	20.8	16.6
2.75	1.375	0.6875	0.275	495	248	165	82.6	41.3	20.6	16.5
2.76	1.380	0.6900	0.276	492	246	164	81.9	41.0	20.5	16.4
2.77	1.385	0.6925	0.277	488	244	163	81.3	40.7	20.3	16.3
2.78	1.390	0.6950	0.278	485	242	162	80.8	40.4	20.2	16.2
2.79	1.395	0.6975	0.279	481	240	160	80.2	40.1	20.0	16.0
2.80	1.400	0.7000	0.280	477	239	159	79.6	39.8	19.9	15.9
2.81	1.405	0.7025	0.281	474	237	158	79.0	39.5	19.8	15.8
2.82	1.410	0.7050	0.282	471	235	157	78.4	39.2	19.6	15.7
2.83	1.415	0.7075	0.283	467	234	156	77.9	38.9	19.5	15.6
2.84	1.420	0.7100	0.284	464	232	155	77.3	38.7	19.3	15.5
2.85	1.425	0.7125	0.285	461	230	154	76.8	38.4	19.2	15.4
2.86	1.430	0.7150	0.286	457	229	152	76.2	38.1	19.1	15.2
2.87	1.435	0.7175	0.287	454	227	151	75.7	37.8	18.9	15.1
2.88	1.440	0.7200	0.288	451	225	150	75.1	37.6	18.8	15.0
2.89	1.445	0.7225	0.289	448	224	149	74.6	37.3	18.6	14.9
2.90	1.450	0.7250	0.290	444	222	148	74.1	37.0	18.5	14.8
2.91	1.455	0.7275	0.291	441	221	147	73.6	36.8	18.4	14.7
2.92	1.460	0.7300	0.292	438	219	146	73.0	36.5	18.3	14.6
2.93	1.465	0.7325	0.293	435	218	145	72.5	36.3	18.1	14.5
2.94	1.470	0.7350	0.294	432	216	144	72.0	36.0	18.0	14.4
2.95	1.475	0.7375	0.295	429	215	143	71.5	35.8	17.9	14.3
2.96	1.480	0.7400	0.296	426	213	142	71.0	35.5	17.8	14.2
2.97	1.485	0.7425	0.297	423	212	141	70.5	35.3	17.6	14.1
2.98	1.490	0.7450	0.298	420	210	140	70.1	35.0	17.5	14.0
2.99	1.495	0.7475	0.299	417	209	139	69.6	34.8	17.4	13.9
3.00	1.500	0.7500	0.300	415	207	138	69.1	34.6	17.3	13.8
3.01	1.505	0.7525	0.301	412	206	137	68.6	34.3	17.2	13.7
3.02	1.510	0.7550	0.302	409	205	136	68.2	34.1	17.0	13.6
3.03	1.515	0.7575	0.303	406	203	135	67.7	33.9	16.9	13.5
3.04	1.520	0.7600	0.304	404	202	135	67.3	33.6	16.8	13.5

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1					
3.05	1.525	0.7625	0.305	401	200	134	66.8	33.4	16.7	13.4
3.06	1.530	0.7650	0.306	398	199	133	66.4	33.2	16.6	13.3
3.07	1.535	0.7675	0.307	395	198	132	65.9	33.0	16.5	13.2
3.08	1.540	0.7700	0.308	393	196	131	65.5	32.7	16.4	13.1
3.09	1.545	0.7725	0.309	390	195	130	65.0	32.5	16.3	13.0
3.10	1.550	0.7750	0.310	388	194	129	64.6	32.3	16.2	12.9
3.11	1.555	0.7775	0.311	385	193	128	64.2	32.1	16.0	12.8
3.12	1.560	0.7800	0.312	383	191	128	63.8	31.9	15.9	12.8
3.13	1.565	0.7825	0.313	380	190	127	63.3	31.7	15.8	12.7
3.14	1.570	0.7850	0.314	378	189	126	62.9	31.5	15.7	12.6
3.15	1.575	0.7875	0.315	375	188	125	62.5	31.3	15.6	12.5
3.16	1.580	0.7900	0.316	373	186	124	62.1	31.1	15.5	12.4
3.17	1.585	0.7925	0.317	370	185	123	61.7	30.9	15.4	12.3
3.18	1.590	0.7950	0.318	368	184	123	61.3	30.7	15.3	12.3
3.19	1.595	0.7975	0.319	366	183	122	60.9	30.5	15.2	12.2
3.20	1.600	0.8000	0.320	363	182	121	60.5	30.3	15.1	12.1
3.21	1.605	0.8025	0.321	361	180	120	60.1	30.1	15.0	12.0
3.22	1.610	0.8050	0.322	359	179	120	59.8	29.9	14.9	12.0
3.23	1.615	0.8075	0.323	356	178	119	59.4	29.7	14.8	11.9
3.24	1.620	0.8100	0.324	354	177	118	59.0	29.5	14.8	11.8
3.25	1.625	0.8125	0.325	352	176	117	58.6	29.3	14.7	11.7
3.26	1.630	0.8150	0.326	350	175	117	58.3	29.1	14.6	11.7
3.27	1.635	0.8175	0.327	347	174	116	57.9	29.0	14.5	11.6
3.28	1.640	0.8200	0.328	345	173	115	57.5	28.8	14.4	11.5
3.29	1.645	0.8225	0.329	343	172	114	57.2	28.6	14.3	11.4
3.30	1.650	0.8250	0.330	341	170	114	56.8	28.4	14.2	11.4
3.31	1.655	0.8275	0.331	339	169	113	56.5	28.2	14.1	11.3
3.32	1.660	0.8300	0.332	337	168	112	56.1	28.1	14.0	11.2
3.33	1.665	0.8325	0.333	335	167	112	55.8	27.9	13.9	11.2
3.34	1.670	0.8350	0.334	333	166	111	55.4	27.7	13.9	11.1
3.35	1.675	0.8375	0.335	331	165	110	55.1	27.5	13.8	11.0
3.36	1.680	0.8400	0.336	329	164	110	54.8	27.4	13.7	11.0
3.37	1.685	0.8425	0.337	326	163	109	54.4	27.2	13.6	10.9
3.38	1.690	0.8450	0.338	325	162	108	54.1	27.0	13.5	10.8
3.39	1.695	0.8475	0.339	323	161	108	53.8	26.9	13.4	10.8
3.40	1.700	0.8500	0.340	321	160	107	53.4	26.7	13.4	10.7
3.41	1.705	0.8525	0.341	319	159	106	53.1	26.6	13.3	10.6

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1
3.42	1.710	0.8550	0.342	317	158	106	52.8	26.4	13.2	10.6
3.43	1.715	0.8575	0.343	315	157	105	52.5	26.2	13.1	10.5
3.44	1.720	0.8600	0.344	313	156	104	52.2	26.1	13.0	10.4
3.45	1.725	0.8625	0.345	311	156	104	51.8	25.9	13.0	10.4
3.46	1.730	0.8650	0.346	309	155	103	51.5	25.8	12.9	10.3
3.47	1.735	0.8675	0.347	307	154	102	51.2	25.6	12.8	10.2
3.48	1.740	0.8700	0.348	306	153	102	50.9	25.5	12.7	10.2
3.49	1.745	0.8725	0.349	304	152	101	50.6	25.3	12.7	10.1
3.50	1.750	0.8750	0.350	302	151	101	50.3	25.2	12.6	10.1
3.51	1.755	0.8775	0.351	300	150	100	50.0	25.0	12.5	10.0
3.52	1.760	0.8800	0.352	298	149	99.5	49.7	24.9	12.4	9.95
3.53	1.765	0.8825	0.353	297	148	98.9	49.4	24.7	12.4	9.89
3.54	1.770	0.8850	0.354	295	147	98.3	49.2	24.6	12.3	9.83
3.55	1.775	0.8875	0.355	293	147	97.7	48.9	24.4	12.2	9.77
3.56	1.780	0.8900	0.356	292	146	97.2	48.6	24.3	12.1	9.72
3.57	1.785	0.8925	0.357	290	145	96.6	48.3	24.2	12.1	9.66
3.58	1.790	0.8950	0.358	288	144	96.1	48.0	24.0	12.0	9.61
3.59	1.795	0.8975	0.359	286	143	95.5	47.7	23.9	11.9	9.55
3.60	1.800	0.9000	0.360	285	142	95.0	47.5	23.7	11.9	9.50
3.61	1.805	0.9025	0.361	283	142	94.4	47.2	23.6	11.8	9.44
3.62	1.810	0.9050	0.362	282	141	93.9	46.9	23.5	11.7	9.39
3.63	1.815	0.9075	0.363	280	140	93.3	46.7	23.3	11.7	9.33
3.64	1.820	0.9100	0.364	278	139	92.8	46.4	23.2	11.6	9.28
3.65	1.825	0.9125	0.365	277	138	92.3	46.1	23.1	11.5	9.23
3.66	1.830	0.9150	0.366	275	138	91.8	45.9	22.9	11.5	9.18
3.67	1.835	0.9175	0.367	274	137	91.2	45.6	22.8	11.4	9.12
3.68	1.840	0.9200	0.368	272	136	90.7	45.4	22.7	11.3	9.07
3.69	1.845	0.9225	0.369	271	135	90.2	45.1	22.6	11.3	9.02
3.70	1.850	0.9250	0.370	269	135	89.7	44.9	22.4	11.2	8.97
3.71	1.855	0.9275	0.371	268	134	89.2	44.6	22.3	11.2	8.92
3.72	1.860	0.9300	0.372	266	133	88.7	44.4	22.2	11.1	8.87
3.73	1.865	0.9325	0.373	265	132	88.2	44.1	22.1	11.0	8.82
3.74	1.870	0.9350	0.374	263	132	87.7	43.9	21.9	11.0	8.77
3.75	1.875	0.9375	0.375	262	131	87.2	43.6	21.8	10.9	8.72
3.76	1.880	0.9400	0.376	260	130	86.8	43.4	21.7	10.8	8.68
3.77	1.885	0.9425	0.377	259	129	86.3	43.1	21.6	10.8	8.63
3.78	1.890	0.9450	0.378	257	129	85.8	42.9	21.5	10.7	8.58

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1					
3.79	1.895	0.9475	0.379	256	128	85.3	42.7	21.3	10.7	8.53
3.80	1.900	0.9500	0.380	255	127	84.9	42.4	21.2	10.6	8.49
3.81	1.905	0.9525	0.381	253	127	84.4	42.2	21.1	10.6	8.44
3.82	1.910	0.9550	0.382	252	126	83.9	42.0	21.0	10.5	8.39
3.83	1.915	0.9575	0.383	250	125	83.5	41.7	20.9	10.4	8.35
3.84	1.920	0.9600	0.384	249	125	83.0	41.5	20.8	10.4	8.30
3.85	1.925	0.9625	0.385	248	124	82.6	41.3	20.6	10.3	8.26
3.86	1.930	0.9650	0.386	246	123	82.1	41.1	20.5	10.3	8.21
3.87	1.935	0.9675	0.387	245	123	81.7	40.9	20.4	10.2	8.17
3.88	1.940	0.9700	0.388	244	122	81.3	40.6	20.3	10.2	8.13
3.89	1.945	0.9725	0.389	242	121	80.8	40.4	20.2	10.1	8.08
3.90	1.950	0.9750	0.390	241	121	80.4	40.2	20.1	10.0	8.04
3.91	1.955	0.9775	0.391	240	120	80.0	40.0	20.0	10.0	8.00
3.92	1.960	0.9800	0.392	239	119	79.5	39.8	19.9	9.94	7.95
3.93	1.965	0.9825	0.393	237	119	79.1	39.6	19.8	9.89	7.91
3.94	1.970	0.9850	0.394	236	118	78.7	39.4	19.7	9.84	7.87
3.95	1.975	0.9875	0.395	235	117	78.3	39.1	19.6	9.79	7.83
3.96	1.980	0.9900	0.396	234	117	77.9	38.9	19.5	9.73	7.79
3.97	1.985	0.9925	0.397	232	116	77.5	38.7	19.4	9.68	7.75
3.98	1.990	0.9950	0.398	231	116	77.1	38.5	19.3	9.63	7.71
3.99	1.995	0.9975	0.399	230	115	76.7	38.3	19.2	9.58	7.67
4.00	2.000	1.0000	0.400	229	114	76.3	38.1	19.1	9.53	7.63
4.01	2.005	1.0025	0.401	228	114	75.9	37.9	19.0	9.48	7.59
4.02	2.010	1.0050	0.402	226	113	75.5	37.7	18.9	9.43	7.55
4.03	2.015	1.0075	0.403	225	113	75.1	37.5	18.8	9.38	7.51
4.04	2.020	1.0100	0.404	224	112	74.7	37.3	18.7	9.34	7.47
4.05	2.025	1.0125	0.405	223	111	74.3	37.1	18.6	9.29	7.43
4.06	2.030	1.0150	0.406	222	111	73.9	37.0	18.5	9.24	7.39
4.07	2.035	1.0175	0.407	221	110	73.5	36.8	18.4	9.19	7.35
4.08	2.040	1.0200	0.408	219	110	73.2	36.6	18.3	9.14	7.32
4.09	2.045	1.0225	0.409	218	109	72.8	36.4	18.2	9.10	7.28
4.10	2.050	1.0250	0.410	217	109	72.4	36.2	18.1	9.05	7.24
4.11	2.055	1.0275	0.411	216	108	72.0	36.0	18.0	9.01	7.20
4.12	2.060	1.0300	0.412	215	108	71.7	35.8	17.9	8.96	7.17
4.13	2.065	1.0325	0.413	214	107	71.3	35.7	17.8	8.91	7.13
4.14	2.070	1.0350	0.414	213	106	71.0	35.5	17.7	8.87	7.10
4.15	2.075	1.0375	0.415	212	106	70.6	35.3	17.6	8.82	7.06

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	10/1500	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5		HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW	HBW	
				HBW 1/30		HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1
4.16	2.080	1.0400	0.416	211	105	70.2	35.1	17.6	8.78	7.02
4.17	2.085	1.0425	0.417	210	105	69.9	34.9	17.5	8.74	6.99
4.18	2.090	1.0450	0.418	209	104	69.5	34.8	17.4	8.69	6.95
4.19	2.095	1.0475	0.419	208	104	69.2	34.6	17.3	8.65	6.92
4.20	2.100	1.0500	0.420	207	103	68.8	34.4	17.2	8.61	6.88
4.21	2.105	1.0525	0.421	205	103	68.5	34.2	17.1	8.56	6.85
4.22	2.110	1.0550	0.422	204	102	68.2	34.1	17.0	8.52	6.82
4.23	2.115	1.0575	0.423	203	102	67.8	33.9	17.0	8.48	6.78
4.24	2.120	1.0600	0.424	202	101	67.5	33.7	16.9	8.44	6.75
4.25	2.125	1.0625	0.425	201	101	67.1	33.6	16.8	8.39	6.71
4.26	2.130	1.0650	0.426	200	100	66.8	33.4	16.7	8.35	6.68
4.27	2.135	1.0675	0.427	199	100	66.5	33.2	16.6	8.31	6.65
4.28	2.140	1.0700	0.428	198	99.2	66.2	33.1	16.5	8.27	6.62
4.29	2.145	1.0725	0.429	198	98.8	65.8	32.9	16.5	8.23	6.58
4.30	2.150	1.0750	0.430	197	98.3	65.5	32.8	16.4	8.19	6.55
4.31	2.155	1.0775	0.431	196	97.8	65.2	32.6	16.3	8.15	6.52
4.32	2.160	1.0800	0.432	195	97.3	64.9	32.4	16.2	8.11	6.49
4.33	2.165	1.0825	0.433	194	96.8	64.6	32.3	16.1	8.07	6.46
4.34	2.170	1.0850	0.434	193	96.4	64.2	32.1	16.1	8.03	6.42
4.35	2.175	1.0875	0.435	192	95.9	63.9	32.0	16.0	7.99	6.39
4.36	2.180	1.0900	0.436	191	95.4	63.6	31.8	15.9	7.95	6.36
4.37	2.185	1.0925	0.437	190	95.0	63.3	31.7	15.8	7.92	6.33
4.38	2.190	1.0950	0.438	189	94.5	63.0	31.5	15.8	7.88	6.30
4.39	2.195	1.0975	0.439	188	94.1	62.7	31.4	15.7	7.84	6.27
4.40	2.200	1.1000	0.440	187	93.6	62.4	31.2	15.6	7.80	6.24
4.41	2.205	1.1025	0.441	186	93.2	62.1	31.1	15.5	7.76	6.21
4.42	2.210	1.1050	0.442	185	92.7	61.8	30.9	15.5	7.73	6.18
4.43	2.215	1.1075	0.443	185	92.3	61.5	30.8	15.4	7.69	6.15
4.44	2.220	1.1100	0.444	184	91.8	61.2	30.6	15.3	7.65	6.12
4.45	2.225	1.1125	0.445	183	91.4	60.9	30.5	15.2	7.62	6.09
4.46	2.230	1.1150	0.446	182	91.0	60.6	30.3	15.2	7.58	6.06
4.47	2.235	1.1175	0.447	181	90.5	60.4	30.2	15.1	7.55	6.04
4.48	2.240	1.1200	0.448	180	90.1	60.1	30.0	15.0	7.51	6.01
4.49	2.245	1.1225	0.449	179	89.7	59.8	29.9	14.9	7.47	5.98
4.50	2.250	1.1250	0.450	179	89.3	59.5	29.8	14.9	7.44	5.95
4.51	2.255	1.1275	0.451	178	88.9	59.2	29.6	14.8	7.40	5.92
4.52	2.260	1.1300	0.452	177	88.4	59.0	29.5	14.7	7.37	5.90

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
4.53	2.265	1.1325	0.453	176	88.0	58.7	29.3	14.7	7.34	5.87
4.54	2.270	1.1350	0.454	175	87.6	58.4	29.2	14.6	7.30	5.84
4.55	2.275	1.1375	0.455	174	87.2	58.1	29.1	14.5	7.27	5.81
4.56	2.280	1.1400	0.456	174	86.8	57.9	28.9	14.5	7.23	5.79
4.57	2.285	1.1425	0.457	173	86.4	57.6	28.8	14.4	7.20	5.76
4.58	2.290	1.1450	0.458	172	86.0	57.3	28.7	14.3	7.17	5.73
4.59	2.295	1.1475	0.459	171	85.6	57.1	28.5	14.3	7.13	5.71
4.60	2.300	1.1500	0.460	170	85.2	56.8	28.4	14.2	7.10	5.68
4.61	2.305	1.1525	0.461	170	84.8	56.5	28.3	14.1	7.07	5.65
4.62	2.310	1.1550	0.462	169	84.4	56.3	28.1	14.1	7.03	5.63
4.63	2.315	1.1575	0.463	168	84.0	56.0	28.0	14.0	7.00	5.60
4.64	2.320	1.1600	0.464	167	83.6	55.8	27.9	13.9	6.97	5.58
4.65	2.325	1.1625	0.465	167	83.3	55.5	27.8	13.9	6.94	5.55
4.66	2.330	1.1650	0.466	166	82.9	55.3	27.6	13.8	6.91	5.53
4.67	2.335	1.1675	0.467	165	82.5	55.0	27.5	13.8	6.88	5.50
4.68	2.340	1.1700	0.468	164	82.1	54.8	27.4	13.7	6.84	5.48
4.69	2.345	1.1725	0.469	164	81.8	54.5	27.3	13.6	6.81	5.45
4.70	2.350	1.1750	0.470	163	81.4	54.3	27.1	13.6	6.78	5.43
4.71	2.355	1.1775	0.471	162	81.0	54.0	27.0	13.5	6.75	5.40
4.72	2.360	1.1800	0.472	161	80.7	53.8	26.9	13.4	6.72	5.38
4.73	2.365	1.1825	0.473	161	80.3	53.5	26.8	13.4	6.69	5.35
4.74	2.370	1.1850	0.474	160	79.9	53.3	26.6	13.3	6.66	5.33
4.75	2.375	1.1875	0.475	159	79.6	53.0	26.5	13.3	6.63	5.30
4.76	2.380	1.1900	0.476	158	79.2	52.8	26.4	13.2	6.60	5.28
4.77	2.385	1.1925	0.477	158	78.9	52.6	26.3	13.1	6.57	5.26
4.78	2.390	1.1950	0.478	157	78.5	52.3	26.2	13.1	6.54	5.23
4.79	2.395	1.1975	0.479	156	78.2	52.1	26.1	13.0	6.51	5.21
4.80	2.400	1.2000	0.480	156	77.8	51.9	25.9	13.0	6.48	5.19
4.81	2.405	1.2025	0.481	155	77.5	51.6	25.8	12.9	6.46	5.16
4.82	2.410	1.2050	0.482	154	77.1	51.4	25.7	12.9	6.43	5.14
4.83	2.415	1.2075	0.483	154	76.8	51.2	25.6	12.8	6.40	5.12
4.84	2.420	1.2100	0.484	153	76.4	51.0	25.5	12.7	6.37	5.10
4.85	2.425	1.2125	0.485	152	76.1	50.7	25.4	12.7	6.34	5.07
4.86	2.430	1.2150	0.486	152	75.8	50.5	25.3	12.6	6.31	5.05
4.87	2.435	1.2175	0.487	151	75.4	50.3	25.1	12.6	6.29	5.03
4.88	2.440	1.2200	0.488	150	75.1	50.1	25.0	12.5	6.26	5.01
4.89	2.445	1.2225	0.489	150	74.8	49.8	24.9	12.5	6.23	4.98

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	10/1500	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5		HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW	HBW	
				HBW 1/30		HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1
4.90	2.450	1.2250	0.490	149	74.4	49.6	24.8	12.4	6.20	4.96
4.91	2.455	1.2275	0.491	148	74.1	49.4	24.7	12.4	6.18	4.94
4.92	2.460	1.2300	0.492	148	73.8	49.2	24.6	12.3	6.15	4.92
4.93	2.465	1.2325	0.493	147	73.5	49.0	24.5	12.2	6.12	4.90
4.94	2.470	1.2350	0.494	146	73.2	48.8	24.4	12.2	6.10	4.88
4.95	2.475	1.2375	0.495	146	72.8	48.6	24.3	12.1	6.07	4.86
4.96	2.480	1.2400	0.496	145	72.5	48.3	24.2	12.1	6.04	4.83
4.97	2.485	1.2425	0.497	144	72.2	48.1	24.1	12.0	6.02	4.81
4.98	2.490	1.2450	0.498	144	71.9	47.9	24.0	12.0	5.99	4.79
4.99	2.495	1.2475	0.499	143	71.6	47.7	23.9	11.9	5.97	4.77
5.00	2.500	1.2500	0.500	143	71.3	47.5	23.8	11.9	5.94	4.75
5.01	2.505	1.2525	0.501	142	71.0	47.3	23.7	11.8	5.91	4.73
5.02	2.510	1.2550	0.502	141	70.7	47.1	23.6	11.8	5.89	4.71
5.03	2.515	1.2575	0.503	141	70.4	46.9	23.5	11.7	5.86	4.69
5.04	2.520	1.2600	0.504	140	70.1	46.7	23.4	11.7	5.84	4.67
5.05	2.525	1.2625	0.505	140	69.8	46.5	23.3	11.6	5.81	4.65
5.06	2.530	1.2650	0.506	139	69.5	46.3	23.2	11.6	5.79	4.63
5.07	2.535	1.2675	0.507	138	69.2	46.1	23.1	11.5	5.76	4.61
5.08	2.540	1.2700	0.508	138	68.9	45.9	23.0	11.5	5.74	4.59
5.09	2.545	1.2725	0.509	137	68.6	45.7	22.9	11.4	5.72	4.57
5.10	2.550	1.2750	0.510	137	68.3	45.5	22.8	11.4	5.69	4.55
5.11	2.555	1.2775	0.511	136	68.0	45.3	22.7	11.3	5.67	4.53
5.12	2.560	1.2800	0.512	135	67.7	45.1	22.6	11.3	5.64	4.51
5.13	2.565	1.2825	0.513	135	67.4	45.0	22.5	11.2	5.62	4.50
5.14	2.570	1.2850	0.514	134	67.1	44.8	22.4	11.2	5.60	4.48
5.15	2.575	1.2875	0.515	134	66.9	44.6	22.3	11.1	5.57	4.46
5.16	2.580	1.2900	0.516	133	66.6	44.4	22.2	11.1	5.55	4.44
5.17	2.585	1.2925	0.517	133	66.3	44.2	22.1	11.1	5.53	4.42
5.18	2.590	1.2950	0.518	132	66.0	44.0	22.0	11.0	5.50	4.40
5.19	2.595	1.2975	0.519	132	65.8	43.8	21.9	11.0	5.48	4.38
5.20	2.600	1.3000	0.520	131	65.5	43.7	21.8	10.9	5.46	4.37
5.21	2.605	1.3025	0.521	130	65.2	43.5	21.7	10.9	5.43	4.35
5.22	2.610	1.3050	0.522	130	64.9	43.3	21.6	10.8	5.41	4.33
5.23	2.615	1.3075	0.523	129	64.7	43.1	21.6	10.8	5.39	4.31
5.24	2.620	1.3100	0.524	129	64.4	42.9	21.5	10.7	5.37	4.29
5.25	2.625	1.3125	0.525	128	64.1	42.8	21.4	10.7	5.34	4.28
5.26	2.630	1.3150	0.526	128	63.9	42.6	21.3	10.6	5.32	4.26

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW	HBW	HBW	HBW
				HBW 5/750	10/1500	10/1000	10/500	10/250	10/125	10/100
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
5.27	2.635	1.3175	0.527	127	63.6	42.4	21.2	10.6	5.30	4.24
5.28	2.640	1.3200	0.528	127	63.3	42.2	21.1	10.6	5.28	4.22
5.29	2.645	1.3225	0.529	126	63.1	42.1	21.0	10.5	5.26	4.21
5.30	2.650	1.3250	0.530	126	62.8	41.9	20.9	10.5	5.24	4.19
5.31	2.655	1.3275	0.531	125	62.6	41.7	20.9	10.4	5.21	4.17
5.32	2.660	1.3300	0.532	125	62.3	41.5	20.8	10.4	5.19	4.15
5.33	2.665	1.3325	0.533	124	62.1	41.4	20.7	10.3	5.17	4.14
5.34	2.670	1.3350	0.534	124	61.8	41.2	20.6	10.3	5.15	4.12
5.35	2.675	1.3375	0.535	123	61.5	41.0	20.5	10.3	5.13	4.10
5.36	2.680	1.3400	0.536	123	61.3	40.9	20.4	10.2	5.11	4.09
5.37	2.685	1.3425	0.537	122	61.0	40.7	20.3	10.2	5.09	4.07
5.38	2.690	1.3450	0.538	122	60.8	40.5	20.3	10.1	5.07	4.05
5.39	2.695	1.3475	0.539	121	60.6	40.4	20.2	10.1	5.05	4.04
5.40	2.700	1.3500	0.540	121	60.3	40.2	20.1	10.1	5.03	4.02
5.41	2.705	1.3525	0.541	120	60.1	40.0	20.0	10.0	5.01	4.00
5.42	2.710	1.3550	0.542	120	59.8	39.9	19.9	10.0	4.99	3.99
5.43	2.715	1.3575	0.543	119	59.6	39.7	19.9	9.93	4.97	3.97
5.44	2.720	1.3600	0.544	119	59.3	39.6	19.8	9.89	4.95	3.96
5.45	2.725	1.3625	0.545	118	59.1	39.4	19.7	9.85	4.93	3.94
5.46	2.730	1.3650	0.546	118	58.9	39.2	19.6	9.81	4.91	3.92
5.47	2.735	1.3675	0.547	117	58.6	39.1	19.5	9.77	4.89	3.91
5.48	2.740	1.3700	0.548	117	58.4	38.9	19.5	9.73	4.87	3.89
5.49	2.745	1.3725	0.549	116	58.2	38.8	19.4	9.69	4.85	3.88
5.50	2.750	1.3750	0.550	116	57.9	38.6	19.3	9.66	4.83	3.86
5.51	2.755	1.3775	0.551	115	57.7	38.5	19.2	9.62	4.81	3.85
5.52	2.760	1.3800	0.552	115	57.5	38.3	19.2	9.58	4.79	3.83
5.53	2.765	1.3825	0.553	114	57.2	38.2	19.1	9.54	4.77	3.82
5.54	2.770	1.3850	0.554	114	57.0	38.0	19.0	9.50	4.75	3.80
5.55	2.775	1.3875	0.555	114	56.8	37.9	18.9	9.47	4.73	3.79
5.56	2.780	1.3900	0.556	113	56.6	37.7	18.9	9.43	4.71	3.77
5.57	2.785	1.3925	0.557	113	56.3	37.6	18.8	9.39	4.70	3.76
5.58	2.790	1.3950	0.558	112	56.1	37.4	18.7	9.35	4.68	3.74
5.59	2.795	1.3975	0.559	112	55.9	37.3	18.6	9.32	4.66	3.73
5.60	2.800	1.4000	0.560	111	55.7	37.1	18.6	9.28	4.64	3.71
5.61	2.805	1.4025	0.561	111	55.5	37.0	18.5	9.24	4.62	3.70
5.62	2.810	1.4050	0.562	110	55.2	36.8	18.4	9.21	4.60	3.68
5.63	2.815	1.4075	0.563	110	55.0	36.7	18.3	9.17	4.59	3.67

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW 10/3000	HBW	HBW	HBW	HBW	HBW	HBW
				HBW 5/750	10/1500	10/1000	10/500	10/250	10/125	10/100
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 2.5/6.25	
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
5.64	2.820	1.4100	0.564	110	54.8	36.5	18.3	9.14	4.57	3.65
5.65	2.825	1.4125	0.565	109	54.6	36.4	18.2	9.10	4.55	3.64
5.66	2.830	1.4150	0.566	109	54.4	36.3	18.1	9.06	4.53	3.63
5.67	2.835	1.4175	0.567	108	54.2	36.1	18.1	9.03	4.51	3.61
5.68	2.840	1.4200	0.568	108	54.0	36.0	18.0	8.99	4.50	3.60
5.69	2.845	1.4225	0.569	107	53.7	35.8	17.9	8.96	4.48	3.58
5.70	2.850	1.4250	0.570	107	53.5	35.7	17.8	8.92	4.46	3.57
5.71	2.855	1.4275	0.571	107	53.3	35.6	17.8	8.89	4.44	3.56
5.72	2.860	1.4300	0.572	106	53.1	35.4	17.7	8.85	4.43	3.54
5.73	2.865	1.4325	0.573	106	52.9	35.3	17.6	8.82	4.41	3.53
5.74	2.870	1.4350	0.574	105	52.7	35.1	17.6	8.79	4.39	3.51
5.75	2.875	1.4375	0.575	105	52.5	35.0	17.5	8.75	4.38	3.50
5.76	2.880	1.4400	0.576	105	52.3	34.9	17.4	8.72	4.36	3.49
5.77	2.885	1.4425	0.577	104	52.1	34.7	17.4	8.68	4.34	3.47
5.78	2.890	1.4450	0.578	104	51.9	34.6	17.3	8.65	4.33	3.46
5.79	2.895	1.4475	0.579	103	51.7	34.5	17.2	8.62	4.31	3.45
5.80	2.900	1.4500	0.580	103	51.5	34.3	17.2	8.59	4.29	3.43
5.81	2.905	1.4525	0.581	103	51.3	34.2	17.1	8.55	4.28	3.42
5.82	2.910	1.4550	0.582	102	51.1	34.1	17.0	8.52	4.26	3.41
5.83	2.915	1.4575	0.583	102	50.9	33.9	17.0	8.49	4.24	3.39
5.84	2.920	1.4600	0.584	101	50.7	33.8	16.9	8.45	4.23	3.38
5.85	2.925	1.4625	0.585	101	50.5	33.7	16.8	8.42	4.21	3.37
5.86	2.930	1.4650	0.586	101	50.3	33.6	16.8	8.39	4.20	3.36
5.87	2.935	1.4675	0.587	100	50.2	33.4	16.7	8.36	4.18	3.34
5.88	2.940	1.4700	0.588	100	50.0	33.3	16.7	8.33	4.16	3.33
5.89	2.945	1.4725	0.589	100	49.8	33.2	16.6	8.30	4.15	3.32
5.90	2.950	1.4750	0.590	99.2	49.6	33.1	16.5	8.26	4.13	3.31
5.91	2.955	1.4775	0.591	98.8	49.4	32.9	16.5	8.23	4.12	3.29
5.92	2.960	1.4800	0.592	98.4	49.2	32.8	16.4	8.20	4.10	3.28
5.93	2.965	1.4825	0.593	98.0	49.0	32.7	16.3	8.17	4.09	3.27
5.94	2.970	1.4850	0.594	97.7	48.8	32.6	16.3	8.14	4.07	3.26
5.95	2.975	1.4875	0.595	97.3	48.7	32.4	16.2	8.11	4.05	3.24
5.96	2.980	1.4900	0.596	96.9	48.5	32.3	16.2	8.08	4.04	3.23
5.97	2.985	1.4925	0.597	96.6	48.3	32.2	16.1	8.05	4.02	3.22
5.98	2.990	1.4950	0.598	96.2	48.1	32.1	16.0	8.02	4.01	3.21
5.99	2.995	1.4975	0.599	95.9	47.9	32.0	16.0	7.99	3.99	3.20
6.00	3.000	1.5000	0.600	95.5	47.7	31.8	15.9	7.96	3.98	3.18

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25	
				HBW 2.5/187.5	HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25	
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
6.01	3.005	1.5025	0.601	95.1	47.6	31.7	15.9	7.93	3.96	3.17
6.02	3.010	1.5050	0.602	94.8	47.4	31.6	15.8	7.90	3.95	3.16
6.03	3.015	1.5075	0.603	94.4	47.2	31.5	15.7	7.87	3.93	3.15
6.04	3.020	1.5100	0.604	94.1	47.0	31.4	15.7	7.84	3.92	3.14
6.05	3.025	1.5125	0.605	93.7	46.9	31.2	15.6	7.81	3.91	3.12
6.06	3.030	1.5150	0.606	93.4	46.7	31.1	15.6	7.78	3.89	3.11
6.07	3.035	1.5175	0.607	93.0	46.5	31.0	15.5	7.75	3.88	3.10
6.08	3.040	1.5200	0.608	92.7	46.3	30.9	15.4	7.72	3.86	3.09
6.09	3.045	1.5225	0.609	92.3	46.2	30.8	15.4	7.69	3.85	3.08
6.10	3.050	1.5250	0.610	92.0	46.0	30.7	15.3	7.67	3.83	3.07
6.11	3.055	1.5275	0.611	91.7	45.8	30.6	15.3	7.64	3.82	3.06
6.12	3.060	1.5300	0.612	91.3	45.7	30.4	15.2	7.61	3.80	3.04
6.13	3.065	1.5325	0.613	91.0	45.5	30.3	15.2	7.58	3.79	3.03
6.14	3.070	1.5350	0.614	90.6	45.3	30.2	15.1	7.55	3.78	3.02
6.15	3.075	1.5375	0.615	90.3	45.2	30.1	15.1	7.53	3.76	3.01
6.16	3.080	1.5400	0.616	90.0	45.0	30.0	15.0	7.50	3.75	3.00
6.17	3.085	1.5425	0.617	89.6	44.8	29.9	14.9	7.47	3.74	2.99
6.18	3.090	1.5450	0.618	89.3	44.7	29.8	14.9	7.44	3.72	2.98
6.19	3.095	1.5475	0.619	89.0	44.5	29.7	14.8	7.42	3.71	2.97
6.20	3.100	1.5500	0.620	88.7	44.3	29.6	14.8	7.39	3.69	2.96
6.21	3.105	1.5525	0.621	88.3	44.2	29.4	14.7	7.36	3.68	2.94
6.22	3.110	1.5550	0.622	88.0	44.0	29.3	14.7	7.33	3.67	2.93
6.23	3.115	1.5575	0.623	87.7	43.8	29.2	14.6	7.31	3.65	2.92
6.24	3.120	1.5600	0.624	87.4	43.7	29.1	14.6	7.28	3.64	2.91
6.25	3.125	1.5625	0.625	87.1	43.5	29.0	14.5	7.25	3.63	2.90
6.26	3.130	1.5650	0.626	86.7	43.4	28.9	14.5	7.23	3.61	2.89
6.27	3.135	1.5675	0.627	86.4	43.2	28.8	14.4	7.20	3.60	2.88
6.28	3.140	1.5700	0.628	86.1	43.1	28.7	14.4	7.18	3.59	2.87
6.29	3.145	1.5725	0.629	85.8	42.9	28.6	14.3	7.15	3.57	2.86
6.30	3.150	1.5750	0.630	85.5	42.7	28.5	14.2	7.12	3.56	2.85
6.31	3.155	1.5775	0.631	85.2	42.6	28.4	14.2	7.10	3.55	2.84
6.32	3.160	1.5800	0.632	84.9	42.4	28.3	14.1	7.07	3.54	2.83
6.33	3.165	1.5825	0.633	84.6	42.3	28.2	14.1	7.05	3.52	2.82
6.34	3.170	1.5850	0.634	84.3	42.1	28.1	14.0	7.02	3.51	2.81
6.35	3.175	1.5875	0.635	84.0	42.0	28.0	14.0	7.00	3.50	2.80
6.36	3.180	1.5900	0.636	83.7	41.8	27.9	13.9	6.97	3.49	2.79
6.37	3.185	1.5925	0.637	83.4	41.7	27.8	13.9	6.95	3.47	2.78

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000 HBW 5/750 HBW 2.5/187.5 HBW 1/30	HBW 10/1500	HBW 10/1000 HBW 5/250 HBW 2.5/82.5 HBW 1/10	HBW 10/500 HBW 5/125 HBW 2.5/31.25 HBW 1/5	HBW 10/250 HBW 5/62.5 HBW 2.5/15.625 HBW 1/2	HBW 10/125 HBW 5/31.25 HBW 2.5/7.8125 HBW 1/1.25	HBW 10/100 HBW 5/25 HBW 2.5/6.25 HBW 1/1
6.38	3.190	1.5950	0.638	83.1	41.5	27.7	13.8	6.92	3.46	2.77
6.39	3.195	1.5975	0.639	82.8	41.4	27.6	13.8	6.90	3.45	2.76
6.40	3.200	1.6000	0.640	82.5	41.2	27.5	13.7	6.87	3.44	2.75
6.41	3.205	1.6025	0.641	82.2	41.1	27.4	13.7	6.85	3.42	2.74
6.42	3.210	1.6050	0.642	81.9	40.9	27.3	13.6	6.82	3.41	2.73
6.43	3.215	1.6075	0.643	81.6	40.8	27.2	13.6	6.80	3.40	2.72
6.44	3.220	1.6100	0.644	81.3	40.6	27.1	13.5	6.77	3.39	2.71
6.45	3.225	1.6125	0.645	81.0	40.5	27.0	13.5	6.75	3.37	2.70
6.46	3.230	1.6150	0.646	80.7	40.3	26.9	13.4	6.72	3.36	2.69
6.47	3.235	1.6175	0.647	80.4	40.2	26.8	13.4	6.70	3.35	2.68
6.48	3.240	1.6200	0.648	80.1	40.1	26.7	13.4	6.68	3.34	2.67
6.49	3.245	1.6225	0.649	79.8	39.9	26.6	13.3	6.65	3.33	2.66
6.50	3.250	1.6250	0.650	79.6	39.8	26.5	13.3	6.63	3.31	2.65
6.51	3.255	1.6275	0.651	79.3	39.6	26.4	13.2	6.61	3.30	2.64
6.52	3.260	1.6300	0.652	79.0	39.5	26.3	13.2	6.58	3.29	2.63
6.53	3.265	1.6325	0.653	78.7	39.4	26.2	13.1	6.56	3.28	2.62
6.54	3.270	1.6350	0.654	78.4	39.2	26.1	13.1	6.54	3.27	2.61
6.55	3.275	1.6375	0.655	78.2	39.1	26.1	13.0	6.51	3.26	2.61
6.56	3.280	1.6400	0.656	77.9	38.9	26.0	13.0	6.49	3.24	2.60
6.57	3.285	1.6425	0.657	77.6	38.8	25.9	12.9	6.47	3.23	2.59
6.58	3.290	1.6450	0.658	77.3	38.7	25.8	12.9	6.44	3.22	2.58
6.59	3.295	1.6475	0.659	77.1	38.5	25.7	12.8	6.42	3.21	2.57
6.60	3.300	1.6500	0.660	76.8	38.4	25.6	12.8	6.40	3.20	2.56
6.61	3.305	1.6525	0.661	76.5	38.3	25.5	12.8	6.38	3.19	2.55
6.62	3.310	1.6550	0.662	76.2	38.1	25.4	12.7	6.35	3.18	2.54
6.63	3.315	1.6575	0.663	76.0	38.0	25.3	12.7	6.33	3.17	2.53
6.64	3.320	1.6600	0.664	75.7	37.9	25.2	12.6	6.31	3.15	2.52
6.65	3.325	1.6625	0.665	75.4	37.7	25.1	12.6	6.29	3.14	2.51
6.66	3.330	1.6650	0.666	75.2	37.6	25.1	12.5	6.26	3.13	2.51
6.67	3.335	1.6675	0.667	74.9	37.5	25.0	12.5	6.24	3.12	2.50
6.68	3.340	1.6700	0.668	74.7	37.3	24.9	12.4	6.22	3.11	2.49
6.69	3.345	1.6725	0.669	74.4	37.2	24.8	12.4	6.20	3.10	2.48
6.70	3.350	1.6750	0.670	74.1	37.1	24.7	12.4	6.18	3.09	2.47
6.71	3.355	1.6775	0.671	73.9	36.9	24.6	12.3	6.16	3.08	2.46
6.72	3.360	1.6800	0.672	73.6	36.8	24.5	12.3	6.13	3.07	2.45
6.73	3.365	1.6825	0.673	73.4	36.7	24.5	12.2	6.11	3.06	2.45
6.74	3.370	1.6850	0.674	73.1	36.5	24.4	12.2	6.09	3.05	2.44

Diameter of Indentation, d(mm)				Brinell Hardness Number						
10mm ball	5mm ball	2.5mm ball	1mm ball	HBW						
				HBW 10/3000	HBW 10/1500	HBW 10/1000	HBW 10/500	HBW 10/250	HBW 10/125	HBW 10/100
				HBW 5/750	10/1500	HBW 5/250	HBW 5/125	HBW 5/62.5	HBW 5/31.25	HBW 5/25
				HBW 2.5/187.5		HBW 2.5/82.5	HBW 2.5/31.25	HBW 2.5/15.625	HBW 2.5/7.8125	HBW 2.5/6.25
				HBW 1/30	HBW 1/10	HBW 1/5	HBW 1/2	HBW 1/1.25	HBW 1/1	
6.75	3.375	1.6875	0.675	72.8	36.4	24.3	12.1	6.07	3.04	2.43
6.76	3.380	1.6900	0.676	72.6	36.3	24.2	12.1	6.05	3.02	2.42
6.77	3.385	1.6925	0.677	72.3	36.2	24.1	12.1	6.03	3.01	2.41
6.78	3.390	1.6950	0.678	72.1	36.0	24.0	12.0	6.01	3.00	2.40
6.79	3.395	1.6975	0.679	71.8	35.9	23.9	12.0	5.99	2.99	2.39
6.80	3.400	1.7000	0.680	71.6	35.8	23.9	11.9	5.97	2.98	2.39
6.81	3.405	1.7025	0.681	71.3	35.7	23.8	11.9	5.94	2.97	2.38
6.82	3.410	1.7050	0.682	71.1	35.5	23.7	11.8	5.92	2.96	2.37
6.83	3.415	1.7075	0.683	70.8	35.4	23.6	11.8	5.90	2.95	2.36
6.84	3.420	1.7100	0.684	70.6	35.3	23.5	11.8	5.88	2.94	2.35
6.85	3.425	1.7125	0.685	70.4	35.2	23.5	11.7	5.86	2.93	2.35
6.86	3.430	1.7150	0.686	70.1	35.1	23.4	11.7	5.84	2.92	2.34
6.87	3.435	1.7175	0.687	69.9	34.9	23.3	11.6	5.82	2.91	2.33
6.88	3.440	1.7200	0.688	69.6	34.8	23.2	11.6	5.80	2.90	2.32
6.89	3.445	1.7225	0.689	69.4	34.7	23.1	11.6	5.78	2.89	2.31
6.90	3.450	1.7250	0.690	69.2	34.6	23.1	11.5	5.76	2.88	2.31
6.91	3.455	1.7275	0.691	68.9	34.5	23.0	11.5	5.74	2.87	2.30
6.92	3.460	1.7300	0.692	68.7	34.3	22.9	11.4	5.72	2.86	2.29
6.93	3.465	1.7325	0.693	68.4	34.2	22.8	11.4	5.70	2.85	2.28
6.94	3.470	1.7350	0.694	68.2	34.1	22.7	11.4	5.68	2.84	2.27
6.95	3.475	1.7375	0.695	68.0	34.0	22.7	11.3	5.66	2.83	2.27
6.96	3.480	1.7400	0.696	67.7	33.9	22.6	11.3	5.64	2.82	2.26
6.97	3.485	1.7425	0.697	67.5	33.8	22.5	11.3	5.63	2.81	2.25
6.98	3.490	1.7450	0.698	67.3	33.6	22.4	11.2	5.61	2.80	2.24
6.99	3.495	1.7475	0.699	67.0	33.5	22.3	11.2	5.59	2.79	2.23

การแจกจ่าย

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กพช.อร		
จก.กพช.อร.	1	
ผ.วิชาการ กวจพ.กพช.อร.	1	
ห้องสมุด กวจพ.กพช.อร.	5	
กคภ.กพช.อร.	2 (รวมต้นฉบับ)	
กผช.อร.		
กผจร.กผช.อร.	1	
กอร.กผช.อร.	1	
กวจ.กผช.อร.	1	
กอฟ.กผช.อร.	1	
อรบ.อร.		
กผป.อรบ.อร.	1	
กอน.อรบ.อร.	1	
อจปร.อร.		
ห้องสมุด อจปร.อร.	3	
กพ.อจปร.อร.		
คป.อจปร.อร.		
กผป.อจปร.อร.	1	
กพท.อจปร.อร.		
กอบ.อจปร.อร.		
กพด.อจปร.อร.		
กคภ.อจปร.อร.	1	
กขส.อจปร.อร.		
กรก.อจปร.อร.	1	
กรล.อจปร.อร.	1	
กบต.อจปร.อร.		
กบก.อจปร.อร.		

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กรม.อร.		
กจก.กรม.อร.		
กพ.กรม.อร.		
กฉป.กรม.อร.		
กคก.กรม.คร.	1	
กรก.กรม.อร.	1	
กรล.กรม.อร.	1	
กพฟ.กรม.อร.		
กสน.กรม.อร.		
กพด.กรม.อร.		
กรม.ฐท.สส.		
กผกช.กรม.ฐท.สส.	1	
กงน.กรม.ฐท.สส.	1	
ฐท.สข.		
กงน.ฐท.สข.	1	
ฐท.พง.		
กงน.ฐท.พง.	1	