

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงสมบัติเชิงผิวของเหล็กกล้าทำแบบหล่อและแม่พิมพ์สองชนิด คือ SKD-11 และ SKS-3 ตัวอย่างเหล็กผิวเรียบขัดเงาที่ใช้ มีทั้งชนิดที่ผ่านและไม่ผ่านการชุบแข็งด้วยความร้อน วัสดุการสึกหรอในสภาวะอากาศแห้ง และในสารละลายเกลือกรด 3 % โดยน้ำหนักของ โซเดียมคลอไรด์ และกรดซัลฟูริก ที่มีค่า pH รวมเท่ากับ 3.00

การทดลองชุดแรกเป็นการอิมพลานต์เหล็กตัวอย่างด้วยเทคนิค co-implantation ระหว่าง Cr^+ กับ N^+ เทียบกับการอิมพลานต์ด้วยไอออนชนิดเดียว ระหว่าง Cr^+ หรือ N^+ ที่โดส $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ โดยฝังให้ไอออนทั้งสองมีความลึกเท่ากัน พลังงานของ Cr^+ มีค่าเท่ากับ 50 keV ในขณะที่พลังงานของ N^+ มีค่า 90 keV ผลการทดลองพบว่า เหล็กที่ชุบแข็งด้วยความร้อนมาก่อน มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าเหล็กที่ยังไม่ได้ชุบแข็งและเหล็กที่มีส่วนผสมของโครเมียมสูง (SKD-11) จะมีความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าเหล็กที่มีโครเมียมต่ำ (SKS-3) ส่วนอัตราลดลงของการสึกหรอมีค่าใกล้เคียงกัน การทำ co-implantation ให้ผลในการลดอัตราการสึกหรอได้ดีในสารละลายกรด

การทดลองชุดที่สองเป็นการอิมพลานต์ด้วยเทคนิค preparative and closing โดยเริ่มต้นด้วยการอิมพลานต์ N^+ , N_2^+ และ Ar^+ ที่โดส $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ และพลังงาน 120 keV สร้างเป็นชั้นแรก (preparative) แล้วตามด้วยการอิมพลานต์ N_2^+ ที่โดส $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ และพลังงาน 120 keV เป็นไอออนหลัก ในขั้นตอนสุดท้ายใช้ N_2^+ , BF^+ , CO_2^+ ที่โดส $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ และพลังงาน 75-120 keV เป็นชั้นปิดผิวหน้า (closing) พบว่าสามารถลดอัตราการสึกหรอและเพิ่มความแข็งได้ดีกว่าการทดลองชุดแรก และเมื่อใช้ N^+ และ BF^+ ทำชั้น preparative และ closing ตามลำดับ จะให้ผลดีที่สุด

การอิมพลานต์ดอกกัดเกลียวขนาด M3 กับ M4 รวมทั้งดอกสว่านความเร็วสูงขนาด $\frac{1}{8}$ " ด้วยไนโตรเจนโดยมีขนาดโดสมากกว่า $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ ที่พลังงาน 80 keV และทดสอบดอกกัดเกลียวในอุตสาหกรรมการผลิตกล่องโลหะ พบว่าบางตัวอย่างมีอายุการใช้งานเพิ่มถึงสามเท่า สำหรับดอกสว่านความเร็วสูงได้นำไปทดสอบเจาะโลหะด้วยแรงกดคงที่ พบว่าดอกสว่านที่ผ่านการอิมพลานต์ใช้เวลาเฉลี่ยในการเจาะสั้นลงเล็กน้อย

Surface modification of SKD-11 and SKS-3 steels used in fabricating precision mold and die were carried out by two ion implantation techniques. The surfaces of the specimens with and without heat treatment were flat and polished. Wear rate were measured in dry air and acidic solution (NaCl 3 % by weight and H₂SO₄ with pH of 3.00).

The first set of experiments utilized co-ion implantation technique using Cr⁺ and N⁺. Single ion implantation was performed with Cr⁺ or N⁺ at a dose level of $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$. The energies of Cr⁺ and N⁺ were 50 keV and 90 keV, respectively, so that both ions transfer as the same depth. It was found that steel sample with heat treatment displays better performance in hardness lest than the untreated steels. The hardness of high Cr- content steel (SKD-11) was higher than that of low Cr-content (SKS-3) one. The wear rates in dry air of implanted steels, with single or co-implantation, are relatively similar. In acidic condition, co-ion implantation technique shows better improvement.

The second set of experiments were carried out with preparative and closing ion implantation technique. Firstly, the preparative layer was done by implantating either N⁺, N₂⁺ or Ar⁺ with dose of $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ and energy of 120 keV. This was followed by ion implantation with N₂⁺ as principal ion with dose of $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ and energy of 120 keV. Lastly, the closing layer was formed by implantating either N₂⁺, BF⁺ or CO₂⁺ with dose of $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ and energy around 75-120 keV. It was found that the improvement of wear and hardness was much better than the first set the experiments. The condition for best improvement was obtained when N⁺ and BF⁺ were used as preparative and closing layers, respectively.

M3 and M4 taps and high speed drills ($\frac{1}{8}$ ") were implanted with 80 keV nitrogen ions at a dose higher than $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$. Field tests in precision electronics enclosure industry indicate that life time of some implanted steel taps increases three times whereas field test of the high speed drills with constant load results in slightly less drilling time.