



## การหล่อนเส้นเบืองตันสำหรับลวดสลิง

ลวดสลิงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจักรและสิ่งก่อสร้าง ลวดสลิงประกอบไปด้วยขดลวดโลหะถักเป็นเกลียวรอบแกนกลาง ลวดสลิงมีหลายประเภทที่ถูกออกแบบเพื่อการใช้งานต่างๆ ส่วนใหญ่เป็นเส้นลวดเหล็กทำให้เป็นขดลวดพันรอบๆ ซึ่งกันและกัน แกนกลางอาจทำจากเหล็ก เชือกหรือพลาสติก

การจำแนกประเภทของลวดสลิงสามารถกำหนดจากหลายๆ ปัจจัย เช่น ขนาด, เกรดของเหล็กที่ใช้, วิธีการตีเกลียวจำนวนของขดลวด และจำนวนของเส้นลวดในแต่ละขดลวด

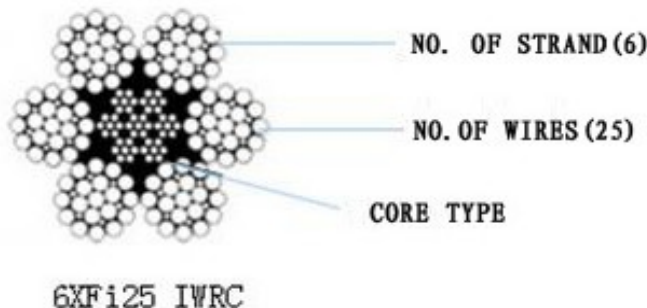
โดยปกติจำนวนของขดลวดและจำนวนเส้นลวดในขดลวดสลิงขนาด 6x19 หมายถึง มีขดลวดจำนวน 6 ขด แต่ละขดลวดมีเส้นลวด 19 เส้น ขนาดขดลวดและวิธีการจัดเรียงของขดลวดที่ต่างกัน ทำให้สลิงมีการต้านทานการขูดและความยืดหยุ่นต่างกัน เส้นลวดขนาดเล็กเหมาะกับการใช้งานที่มีการงอบนลูกรอกขนาดเล็ก (มีการหักมุมมากกว่า) แต่เส้นลวดขนาดใหญ่เหมาะกับการลากหรือครูดซึ่งมีการกัดกร่อนมากกว่า



(รูปที่ 1) แสดงส่วนประกอบของลวดสลิง

แกนหรือไส้ของลวดสลิงมี 3 ชนิด คือ

1. แกนหรือไส้แบบ IWRC (Independent Wire Rope Core) ปกติลวดสลิงขนาด 6x7 ที่มีแกนกลางเป็นขดลวด 1x7 ทำให้กลายเป็นลวดสลิงมีโครงสร้างขนาด 7x7 IWRC มีความแข็งแรงสามารถรับการยืดและการโค้งงอได้ดีกว่าแกนกลางประเภท fiber และทนทานต่อการบีบอัดและการเสีรูปร่างได้ดีกว่า



2. แกนหรือไส้แบบ WSC (Wire Strand Core) เป็นเส้นลวดเดี่ยวแทนที่เป็นขดลวดถักเป็นเกลียวลวดสลิง WSC มีความแข็งแรงสูงและใช้กับงานอยู่กับที่เป็นส่วนใหญ่
3. แกนหรือไส้แบบไฟเบอร์ (Fiber) ซึ่งปกติมักทำด้วยเส้นใยพืช (ป่าน) แต่อาจจะใช้วัสดุที่เป็นพลาสติกได้ ลวดสลิงชนิดนี้มีความแข็งแรงน้อยกว่าลวดสลิงที่มีแกนเป็นเหล็ก แต่มีความยืดหยุ่นสูงกว่ามักใช้กับคอนกรีตหรือศิระชะ



### การเรียงตัว (Lay) ของลวดสลิง

เป็นการบอกทิศทางการบิด (หมุน) ของเส้นลวดและขดลวดลวดสลิงมีวิธีการจัดเรียงหลักๆ 4 แบบ คือ

1. Right lay ลวดสลิงมีทิศทางการหมุนของขดลวดไปทางขวา โดยให้สังเกตจากการที่เกลียวออกจากตัวของผู้สังเกตการณ์ เมื่อวางในแนวราบ
2. Left lay ลวดสลิงมีการหมุนของเกลียวขดลวดไปทางซ้าย
3. Regular lay ลวดสลิงมีการที่เกลียวขดเส้นลวดในทิศทางที่ตรงกันข้าม (ขวาง) กับการที่เกลียวของขดลวด
4. Lang lay เส้นลวดในขดลวดมีการที่เกลียวในทิศทางเดียวกันกับการที่เกลียวของขดลวดในสลิง

▶ แต่อาจมีลวดสลิงพิเศษ ประกอบด้วย ขดลวดที่มีการเรียงตัวของเส้นลวดทั้งขวางและตามกับทิศทางการที่เกลียวของขดลวด (สลิง E ในภาพข้างล่าง)



A) Right Regular

B) Left Regular

C) Right Lang

D) Left Lang

E) Right Alternate

สลิงแบบ Lang lay ทนทานต่อการล้าได้ดีกว่าเนื่องจากจุดสัมผัสมีลักษณะแบนกว่า

ลวดสลิงส่วนใหญ่ทำจากเหล็กที่มีส่วนผสมของคาร์บอนสูงเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ใช้งานได้นาน ประสิทธิภาพมีความยืดหยุ่นและหาง่าย ในต้นทุนไม่สูงมาก ลวดสลิงอาจมีการเคลือบด้วยสังกะสี (กัลวาไนซ์) หรือไม่ก็ได้ เกรดของเหล็กที่ใช้ทำลวดสลิงแสดงไว้ในตาราง

Grade	Tensile Strength (psi)
Extra improved plow steel	245,000 to 340,000
Improved Plow Steel	220,000 to 300,000
Plow Steel	195,000 to 258,000
Mild Plow Steel	168,000 to 225,000
Iron	100,000

ลวดเหล็กมีความแข็งแรงและเป็นสปริง (ยืดหยุ่นได้) เมื่อมีการตัดเส้นลวดที่ยังไม่ถูกตีเกลียวเป็นขดลวด ลวดจะยืดออกเป็นเส้นตรงที่มีความแหลมคมและแทงออก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อความปลอดภัยในการใช้งาน ส่วนเส้นลวดที่ถักขึ้นรูปเป็นสลิงและมีการวางตำแหน่งอย่างเป็นธรรมชาติในขดลวดช่วยป้องกันการยื่นออกมาซึ่งอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ เส้นลวดที่ตีเกลียวเป็นสลิงแล้วมีความทนทานต่อการล้าได้ดีกว่าเส้นลวดที่ไม่ขึ้นรูป จึงเหมาะกับการทำงานบนลูกรอกขนาดเล็กและการหมุนในมุมแคบๆ ได้ดี



## การหล่อลื่นลวดสลิง

โครงสร้างและส่วนประกอบของลวดสลิงทำให้มีการหล่อลื่นได้ยาก ลวดสลิงที่มีไส้แกนกลางเป็นไฟเบอร์หล่อลื่นง่ายกว่าลวดสลิงที่ทำจากเหล็กล้วนๆ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องพิจารณาในเรื่องการหล่อลื่นที่หน้างาน เมื่อต้องเลือกลวดสลิงมาใช้งาน

### สารหล่อลื่นลวดสลิงมีหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ

1. เพื่อลดแรงเสียดทาน เนื่องจากเส้นลวดแต่ละเส้นเคลื่อนไหวยบนเส้นลวดอื่นๆ
2. เพื่อป้องกันการกัดกร่อนสนิมและให้การหล่อลื่นให้กับแกนกลางและผิวของขดลวดทั้งที่อยู่ด้านนอกและด้านใน

### สารหล่อลื่นลวดสลิงมี 2 ประเภท คือ

1. สารหล่อลื่นแบบแทรกซึม มีส่วนประกอบของน้ำมันที่เป็นตัวทำละลาย ทำหน้าที่พาสารหล่อลื่นเข้าไปในแกนของลวดสลิงก่อนระเหยไป สร้างเป็นฟิล์มป้องกันและหล่อลื่นแต่ละขดลวด
2. สารหล่อลื่นแบบเคลือบบนผิวมีการแทรกซึมเพียงเล็กน้อย แต่จะเคลือบผิวด้านนอกของลวดสลิงไม่ให้ความชื้นผ่านเข้าไป ลดการสึกหรอและการเกิดสนิมกัดกร่อนเมื่อสัมผัสกับวัสดุภายนอก



(รูปที่ 2) ลวดสลิงที่หล่อลื่นด้วยการหล่อลื่นแบบแทรกซึม

สารหล่อลื่นลวดสลิงทั้ง 2 ประเภทได้มีการใช้งานอยู่ แต่เนื่องจากลวดสลิงส่วนใหญ่ มักจะมีปัญหาจากแกนด้านใน จึงจำเป็นต้องมั่นใจแกนของสลิงว่าได้รับการหล่อลื่นที่เพียงพอ ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้สารหล่อลื่นทั้งสองแบบ โดยใช้สารหล่อลื่นแบบแทรกซึมที่แทรกเข้าไปในแกนของสลิง ตามด้วยการเคลือบผิวสลิงด้านนอก สามารถใช้ปิโตรเลียม, สารคล้ายยางมะตอย (Asphaltic), จาระบี, น้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันพืชเป็นสารหล่อลื่นของลวดสลิงได้



(รูปที่ 3) ลวดสลิงที่หล่อลื่นด้วยจาระบี

สารประกอบปิโตรเลียมที่มีสารเพิ่มประสิทธิภาพเหมาะสม สามารถให้การต้านทานการกัดกร่อนและทนน้ำได้ดีเยี่ยม สารหล่อลื่นปิโตรเลียมอาจหยดออกมาเมื่อทำงานที่อุณหภูมิสูง แต่คงสภาพได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

สารประกอบ Asphaltic ปกติจะแห้งกลายเป็นของแข็ง มีสีคล้ำ ทำให้ตรวจสอบสภาพลวดสลิงยาก สามารถเกาะติดแน่นบนผิว เพื่อยืดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่จะกรอบและแตกในสภาพอากาศเย็น Asphaltic จึงเป็นสารหล่อลื่นประเภทเคลือบบนผิวสลิง

จาระบีหลายชนิดสามารถใช้เป็นสารหล่อลื่นลวดสลิง ซึ่งจัดเป็นสารหล่อลื่นประเภทเคลือบผิว ซึ่งแทรกซึมได้เล็กน้อย แต่ไม่สามารถเข้าไปหล่อลื่นถึงแกนของลวดสลิง สารขี้ผึ้งน้ำมันในจาระบีหล่อลื่นสลิงทั่วไปเป็น โซเดียม, ลิเธียม, สารประกอบเชิงซ้อนลิเธียม, สารประกอบเชิงซ้อนอลูมิเนียม จาระบีที่ใช้ปกติมีสภาพอ่อนนุ่มถึงเหลวเพื่อเคลือบบนผิวและแทรกซึมได้บางส่วน หากใช้เครื่องหล่อลื่นแบบใช้ความดัน



สารหล่อลื่นประเภทน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันพืชแทรกซึมได้ดีและใช้งานง่ายที่สุดเพราะมีสารเพิ่มประสิทธิภาพที่เหมาะสมช่วย  
ด้านทานการกัดกร่อนและการสึกหรอได้ดี คุณสมบัติของสารหล่อลื่นประเภทน้ำมันช่วยชะล้างทำความสะอาดและขจัดเศษวัสดุแปลกปลอม  
ที่เกิดจากการบิด ชัด ถู ออกจากลวดสลิง

ลวดสลิงมีการหล่อลื่นมาจากโรงงานผลิต ถ้าเป็นลวดสลิงประเภทแกนไฟเบอร์ ไฟเบอร์จะถูกหล่อลื่นด้วยน้ำมันแร่หรือ Petrolatum  
type แกนสลิงจะดูดซับสารหล่อลื่นไว้และทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสารหล่อลื่น เพื่อยืดการหล่อลื่นขณะใช้งาน

ในลวดสลิงที่มีแกนเป็นเหล็ก สารหล่อลื่นทั้งประเภทน้ำมันและจาระบีจะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ที่ดีเกลียวให้เส้นลวดเป็นขดลวด  
จึงทำให้เส้นลวดทั้งหมดถูกเคลือบด้วยสารหล่อลื่น

หลังจากลวดสลิงถูกนำไปใช้งานต้องมีการหล่อลื่นซ้ำเนื่องจากสารหล่อลื่นจากโรงงานสูญเสียไปจากการรับแรง การงอและยึดตัวของ  
ลวดสลิง ส่วนสารหล่อลื่นในลวดสลิงที่มีแกนเป็นไฟเบอร์ระเหยแห้งไป เนื่องจากความร้อนและการดูดซับความชื้น การหล่อลื่นลวดสลิงในขณะ  
ใช้งาน จึงจำเป็นสำหรับลดการกัดกร่อนให้น้อยที่สุดป้องกันและรักษาแกนสลิงและขดลวดให้สามารถยืดอายุการใช้งานนานขึ้น ถ้าลวดสลิง  
สกปรกหรือมีการสะสมของคราบแข็งของสารหล่อลื่นหรือสิ่งเจือปนอื่นๆ จะต้องทำความสะอาดด้วยแปรงและตัวทำละลายปิโตรเลียมหรือ  
แรงลมเป่าจากคอมเพรสเซอร์หรือไอน้ำร้อนก่อนการหล่อลื่นซ้ำ ลวดสลิงต้องทำให้แห้งและหล่อลื่นทันทีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม การหล่อลื่น  
ในหน้างานสามารถทำได้โดยการฉีดพ่น, ทา, จุ่ม, หยด หรือใช้แรงดัน หากให้ได้ผลดีที่สุดควรหล่อลื่นที่ลูกรอก (Sheave) หรือที่ม้วนเก็บ  
สายสลิง (Drum) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ขดลวดของสลิงมีการปรับแยกออกเล็กน้อย เนื่องจากการดัดโค้ง ทำให้มีการแทรกซึมเข้าไปในแกนกลางสูงสุด  
ถ้ามีการหล่อลื่นโดยใช้แรงดันควรหล่อลื่นในขณะที่ลวดสลิงมีแรงดึงในตำแหน่งที่เป็นเส้นตรง ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารหล่อลื่นมากเกินไป  
เพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงาน

### การวัดสมรรถนะหลักของสารหล่อลื่น

สมรรถนะหลักของสารหล่อลื่นในลวดสลิงที่พึงต้องได้แก่ การต้านทานสึกหรอและการป้องกันการเกิดสนิมกัดกร่อน ค่าอ้างอิงของ  
สมรรถนะสารหล่อลื่นที่จำเป็นบางประการ ประกอบด้วย ค่าการทดสอบ 4 Ball Test ที่ดี โดยมีจุดหลอมละลาย (ASTM D2783) ที่มากกว่า  
350 กก. และค่า Lode Wear Index สูงกว่า 50 สำหรับการป้องกันการกัดกร่อนจากสนิม สารหล่อลื่นลวดสลิงต้องผ่านการทดสอบฉีดพ่นด้วย  
น้ำเกลือ (ASTM D1748) ได้นานกว่า 60 วัน ผู้ผลิตส่วนใหญ่มักแสดงข้อมูลเหล่านี้บนรายละเอียดของข้อมูลผลิตภัณฑ์

### ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของลวดสลิงและสายเคเบิล

อายุการใช้งานและสมรรถนะของสายเคเบิลได้รับผลกระทบจากหลายๆ ปัจจัย เช่น การใช้งาน การบำรุงรักษาและสภาพแวดล้อมที่  
ใช้งาน สายเคเบิลอาจเกิดความเสียหายจากรอกที่แตกหัก การม้วนเก็บ การเชื่อมต่อสลิ่งที่ไม่ถูกต้อง และการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม การรับ  
น้ำหนักมากเกินไป การรับแรงกระแทก การยกของหนักมากๆ หรือการเร่งด้วยความเร็ว หรือการบังคับหยุดกะทันหันของสายเคเบิลขณะใช้งาน  
เป็นปัจจัยเร่งให้เกิดอัตราการสึกหรอได้

การกัดกร่อนโดยสนิมเป็นสาเหตุทำให้สายสลิงมีอายุการใช้งานสั้นลง เนื่องจากการรั่ว การสึกและการสูญเสียเนื้อโลหะของเส้นลวด  
ถ้าเครื่องจักรมีการหยุดการใช้งานนานๆ ควรถอดสายสลิงออกทำความสะอาด หล่อลื่นและเก็บรักษาอย่างถูกต้อง ในขณะที่มีการใช้งาน  
ลวดสลิงสามารถเกิดการกัดกร่อนโดยสนิมและออกซิเดชันจากไอน้ำ , กรด, เกลือ, ซัลเฟต, ก๊าซ, อากาศเค็ม, ความชื้น โดยเฉพาะเมื่อมีแรง  
กระตุ้นจากความร้อนที่สูงขึ้น การใช้สารหล่อลื่นที่เพียงพอและเหมาะสมขณะใช้งาน ช่วยลดอัตราการเกิดสนิมบนสายสลิง





การสึกหรอเกิดจากการเสียดสีเกิดขึ้นทั้งด้านในและด้านนอกของขดลวดสลิงระหว่างการใช้งานปกติ ภายในลวดสลิงมีการเคลื่อนที่และขัดถูระหว่างขดลวดที่อยู่ติดกัน ก่อให้เกิดการสึกหรอจากการเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิด ส่วนภายนอกของลวดสลิงมีการสะสมของสิ่งสกปรกและสิ่งเจือปนจากลูกรอกและ drum ก่อให้เกิดการสึกหรอจากการเสียดสีของวัตถุ 3 ชนิด ซึ่งจะกัดกร่อนบริเวณภายนอกของเส้นลวดและขดลวด การสึกหรอจากการเสียดสีทำให้สลิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลดลงและก่อให้เกิดแกนเสียหายและฉีกขาด สารหล่อลื่นลวดสลิงแบบแทรกซึมสามารถลดการสึกหรอจากการเสียดสีภายในลวดสลิงและชำระล้างคราบสิ่งสกปรกภายนอกของลวดสลิง

### การใช้งานของลวดสลิง

เครื่องจักรและสิ่งปลูกสร้างหลายๆ ประเภทต้องใช้ลวดสลิง เช่น dragline, โครน, ลิฟต์, รถตัก, แท่นขุดเจาะน้ำมัน, สะพานแขวน และปั้นจั่นที่ต้องใช้สลิงตั้ง เป็นต้น การใช้งานแต่ละประเภทต้องชั่งน้ำหนักและขนาดของลวดสลิงที่แตกต่างกัน แต่ลวดสลิงทุกชนิดต้องทำหน้าที่ได้ดี อายุการใช้งานยาวนานและให้ผลตอบแทนคุ้มค่ามากกว่า หากมีการหล่อลื่นและการบำรุงรักษาที่ดี

บริษัท Lubrication Engineer ได้แชร์ประสบการณ์จากการทำงานในภาคสนามพบว่า สารหล่อลื่นประเภทแทรกซึมสามารถยืดอายุการใช้งานของลวดสลิง ไม่ว่าจะใช้เพียงสารหล่อลื่นสลิงแบบแทรกซึมอย่างเดียวหรือใช้ควบคู่กับสารหล่อลื่นสลิงแบบเคลือบผิว ประสบการณ์จากเหมืองในแอฟริกา แสดงให้เห็นว่าอายุการใช้งานของลวดสลิงเพิ่มเป็น 2 เท่า เมื่อมีการใช้สารหล่อลื่นที่เหมืองแห่งหนึ่งสามารถยืดอายุการใช้งานเฉลี่ยของลวดสลิงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 44 มม. จาก 18.5 เดือน เป็น 43 เดือน ส่วนอีกเหมืองหนึ่ง ซึ่งใช้ลวดสลิงขนาด 43 มม. ยาว 2,073 เมตร จำนวน 4 เส้น สามารถยืดอายุการใช้งานของลวดสลิงจาก 8 เดือน เป็น 12 เดือน

อีกกรณีศึกษาหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา คือการใช้ลวดสลิงขนาด 3/8" และ 5/8" ในโครนขนาด 5 ตัน และ 10 ตัน สามารถยืดอายุการใช้งานได้เพิ่มเป็น 2 เท่า ผู้เขียนได้มีส่วนช่วยเหลือการเพิ่มสมรรถนะโดยการเพิ่มความสามารถในการแทรกซึมของสารหล่อลื่น เพื่อให้ น้ำมันแทนที่น้ำและสิ่งแปลกปลอมเหล่านั้น ช่วยลดการสึกหรอและการกัดกร่อนของสนิมที่เกิดขึ้นในลวดสลิงตลอดเวลา การฉีดพ่นสารหล่อลื่นแบบแทรกซึมที่ดีลวดสลิงให้ประสิทธิภาพเท่าเทียมกับการเปลี่ยนชนิดน้ำมันที่ใช้กับลวดสลิง

ตัวอย่างกรณีศึกษาเหล่านี้ ก่อให้เกิดการประหยัดต้นทุนการเปลี่ยนลวดสลิงรวมทั้งเวลาที่ต้องหยุดทำงาน, แรงงานและเงินที่ใช้ในการเปลี่ยนลวดสลิงอย่างชัดเจนด้วยต้นทุนสารหล่อลื่นเพียงเล็กน้อย บริษัทฯ ที่ตระหนักในความสำคัญของการหล่อลื่นที่ถูกต้องเหมาะสมจะได้รับประโยชน์มากมายเมื่อเปรียบเทียบกับ การซื้อสารหล่อลื่นราคาถูกมาใช้งานหรือไม่มีการใช้สารหล่อลื่น เป็นเหตุให้ต้องเปลี่ยนลวดสลิงบ่อยๆ

ผู้เขียน : Jeffrey E. Turner, Lubrication Engineers, Inc. Christopher Barnes, Lubrication Engineers, Inc.

Tags : industrial lubricants

แปลจากวารสาร : Machinery Lubrication (7/2002)